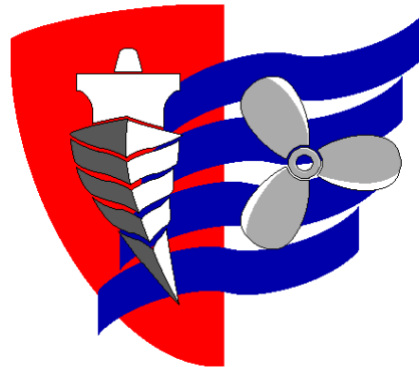


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Trabajo Fin de Máster*

**SUSTITUCIÓN DE UN MOTOR AUXILIAR A  
UN BUQUE QUIMQUERO**

***EXCHANGE OF AN AUXILIARY ENGINE OF A  
CHEMICAL TANKER***

Para acceder al Título de Máster en

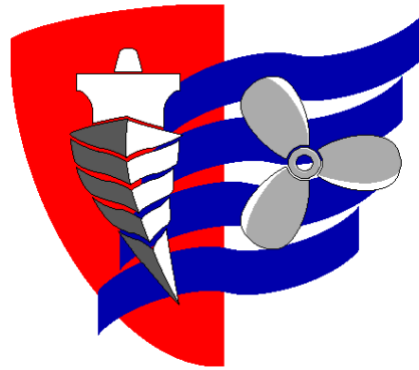
**INGENIERÍA MARINA**

Autor: Alejandro Gómez Cossío

Director: Alberto Porras Diez

Julio - 2020

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Trabajo Fin de Máster*

**SUSTITUCIÓN DE UN MOTOR AUXILIAR A  
UN BUQUE QUIMQUERO**

***EXCHANGE OF AN AUXILIARY ENGINE OF A  
CHEMICAL TANKER***

Para acceder al Título de Máster en

**INGENIERÍA MARINA**

Julio - 2020

## ÍNDICE

Resumen .....	5
Palabras clave .....	5
Summary .....	6
Keywords .....	6
1. Memoria.....	8
1.1. Objeto.....	8
1.2. Alcance.....	8
1.3. Antecedentes .....	8
1.4. Normas y Referencias .....	9
1.4.1. Normas .....	9
1.4.2. Bibliografía .....	9
1.5. Definiciones y abreviaturas .....	9
1.6. Requisitos de diseño .....	10
1.7. Análisis de soluciones .....	10
1.8. Resultados finales.....	11
1.9. Planificación .....	12
2. Anexos .....	18
2.1. Maniobra Sustitución Motor Auxiliar.....	18
2.2. Instalación de sujeciones para la maniobra.....	20
2.3. Cesárea.....	21
2.4. Limpieza y sustitución de bancada .....	25
2.5. Cálculo polines.....	27
2.6. Silentblocks .....	29

2.6.1.	Chockfast.....	34
2.7.	Removidos .....	39
2.8.	introducción motor auxiliar.....	41
2.9.	Balance Eléctrico .....	45
2.10.	Velocidad gases de escape.....	46
2.11.	Dilatación escape.....	47
2.12.	Cálculo consumo .....	49
2.13.	Anexo VI MARPOL .....	50
3.	Planos.....	54
4.	Pliego de condiciones .....	62
4.1.1.	Reglamentos y normas.....	63
4.1.2.	Materiales.....	63
4.1.3.	Organización .....	63
4.1.4.	Ejecución de obras.....	64
	Programa de trabajo.....	64
4.1.5.	Interpretación y desarrollo del proyecto .....	66
4.1.6.	Modificaciones.....	66
4.1.7.	Obra defectuosa.....	67
4.1.8.	Medios auxiliares .....	67
4.1.9.	Subcontratación de obras.....	68
4.1.10.	Contrato.....	68
4.1.11.	Recepción de las obras .....	68
4.1.12.	Responsabilidades.....	69
4.1.13.	Recisión del contrato .....	70
4.2.	Pliego de condiciones económicas .....	70

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: ÍNDICE	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 5 DE 83

4.2.1.	Mediciones económicas.....	70
4.2.2.	Abono de las obras .....	71
4.2.3.	Precios.....	71
4.2.4.	Precios contradictorios.....	71
4.2.5.	Penalizaciones por retrasos .....	71
4.2.6.	Liquidación en caso de rescisión del contrato .....	72
4.2.7.	Fianza.....	72
4.2.8.	Gastos diversos por cuenta del Astillero.....	73
4.2.9.	Medidas de seguridad.....	73
4.2.10.	Responsabilidad por daños .....	73
4.2.11.	Demoras.....	74
5.	Mediciones y presupuesto .....	76
5.1.	Presupuesto desglosado en partidas.....	76
5.2.	Balance final del presupuesto .....	81

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: RESUMEN	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 5 DE 83

## RESUMEN

El siguiente trabajo final de máster consiste en la sustitución de un motor auxiliar en un buque quimiquero de la Empresa Naviera ELCANO S.A.

La finalidad es montar un motor auxiliar que sea capaz de satisfacer las mismas necesidades que el mismo motor que estaba.

En el apartado “*Cálculos*”, se realizarán los cálculos pertinentes para la elección de ese motor, calculando las necesidades eléctricas del barco obtendremos la potencia demandada en cada modo de la planta (Navegación, maniobra, carga/descarga y puerto)

Para finalizar, en el apartado *Mediciones y presupuesto* se darán los costes de la instalación (materiales, mano de obra....) ascendiendo a un total de TRESCIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS

## PALABRAS CLAVE

Motor auxiliar, intercambio, maniobra, cesárea, sala de máquinas

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: RESUMEN	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 6 DE 83

## SUMMARY

The following final master work consists in the exchange of an auxiliary engine of a chemical tanker belonging to the company Empresa Naviera ELCANO S.A.

The purpose is to exchange an auxiliary engine that is able to satisfy the needs that the same engine that was mounting.

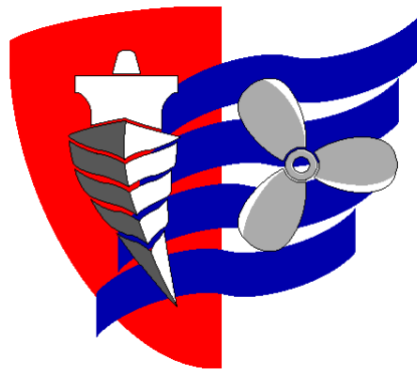
In the “*calculations*” section, the calculation are made for the correct choice of that engine, calculation the electricals needs of the ship obtaining the demanded power in each mode of the plant (Navigation, manoeuvre, charge/discharge and port).

To finish in the “*Measurements and budget*” section, the installation costs (materials, labor...) will. Be added, totaling THREE HUNDRED NINETY FOUR THOUSAND SIX HUNDRED THIRTY FOUR EUROS.

## KEYWORDS

Auxiliary engine, exchange, manoeuvre, access hole, engine room

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**MEMORIA**



## 1. MEMORIA

### 1.1. OBJETO

El objetivo del siguiente proyecto consiste en el intercambio de un generador auxiliar Wartsila 8L50LF por un generador MAN STX 6L23/30H en un buque quimiquero perteneciente a la Empresa Naviera ELCANO S.A. El barco es el *Castillo de Monterreal* IMO 9145437. Es propulsado por un motor principal B&W de dos tiempos de 6 cilindros en línea con una potencia de 7940 kW y una hélice de paso fijo. Cuenta con tres generadores auxiliares, dos de ellos Wartsila 6L50LF con una potencia de 990 kW y el otro un Wartsila 8L50LF con una potencia de 1360 kW.

Se trata de realizar un intercambio de un generador wartsila por un MAN, debido a que el generador de wartsila sufrió una avería en una biela lo que provocó una fragmentación de la biela y una rotura en el bloque motor.

El diseño se basará siguiendo los cálculos empleados para la correcta elección del motor, atendiendo a las necesidades del barco. Para la elección de este motor deberemos fijarnos en los distintos modos de operación del buque, centrándonos en modo navegación y carga/descarga.

Se deberán cumplir todas las indicaciones presentadas en el manual de MAN, además de las indicaciones que vaya realizando el técnico de MAN.

### 1.2. ALCANCE

El destinatario del presente proyecto es la Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria, donde se presentará como Trabajo Fin de Master al objeto de obtener el título de Master en Ingeniería Marina.

### 1.3. ANTECEDENTES

Consiste en la sustitución de un motor wartsila 8L50LF dañado por un motor MAN STX 6L23/30H de características similares teniendo en cuenta las

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: MEMORIA	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 9 DE 83

necesidades del barco y obtener unos resultados óptimos para el funcionamiento del barco.

## 1.4. NORMAS Y REFERENCIAS

### 1.4.1. NORMAS

UNE 157001: 2014 “Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.”

IMO ANEXO VI MARPOL

### 1.4.2. BIBLIOGRAFÍA

Bureau Veritas, (2020). Disponible en:

<https://www.bureauveritas.es> [Consultado en Mayo 2020]

MANUAL MAN L23/30H Project Guide – Marine

Rubber design (2020) Disponible en:

<https://www.rubberdesign.nl> [Consultado en Abril 2020]

CODINOR (2020) Disponible en:

<https://www.codinor.com> [Consultado en Junio 2020]

## 1.5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

**Sala de máquinas:** El espacio que contiene la maquinaria de propulsión principal, las calderas, los generadores y la maquinaria eléctrica principal.

**Generador auxiliar:** máquina eléctrica que transforma una energía mecánica en una energía eléctrica, gracias al alternador. Proporciona energía a todo el barco.

**Cesárea:** hueco que se realiza en el casco con el fin de poder sacar o introducir cualquier elemento de gran volumen.

**Silentblock:** soporte silencioso y antivibratorio hecho con un material flexible capaz de absorber vibraciones de los componentes mecánicos que unen con su bancada.

## 1.6. REQUISITOS DE DISEÑO

Buque petrolero *Castillo de Monterreal* perteneciente a la Empresa Naviera ELCANO SA, construido en 2002 por Izar Construcciones Navales SA.

Tiene una eslora de 182,14 metros, una manga de 25,3 metros un puntal de 18.3 metros y un calado de 12,15 metros.

Tiene un peso muerto de 33.757 toneladas y un peso en rosca de 10.043 toneladas. Dispone de catorce tanques de carga, siete en babor y siete en estribor.

Tiene una propulsión de un motor de dos tiempos MAN B&W L60MC-MCE de 7.940 kW acoplado a un eje con una hélice de paso fijo con una velocidad de 14,50 nudos consumiendo 36 toneladas por día. Tiene tres motores auxiliares wartsila, uno 8L20LF y los otros dos 6L20LF.

Numero OMI 9145437, MMSI 215299000 y un indicativo de llamada 9HA2698.

## 1.7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

A la hora de solventar el problema de la pérdida de un motor auxiliar se barajaron las siguientes opciones.

La primera consistía en la reparación del motor auxiliar dañado, pero esta se descarto debido al elevado precio de reparación.

La segunda era la sustitución de un nuevo motor de la misma casa fabricante y modelo, pero debido a las elevadas fechas de entrega fue descartada también.

La tercera consistía en el reemplazo del auxiliar con un modelo de características similares pero distinto fabricante, esta fue la opción mas acertada teniendo en cuenta el tiempo de envío y el precio del mismo.

## **1.8. RESULTADOS FINALES**

A continuación, una vez realizados los cálculos para saber que tipo de generador debemos seleccionar para nuestro buque, procederemos a escoger nuestra mejor opción.

La primera opción fue un generador WARTSILA 8L20DF de una potencia de 1420 kW, esto seria mas que suficiente para poder conectar un solo motor en modo maniobra, ya que tenemos un consumo de 1394,49 kW. El inconveniente a este generador es que el tiempo de llegada del generador no coincidía con la varada del buque.

La mejor opción seleccionada es el generador de MAN STX 6L23/30 H este motor no es capaz de realizar la maniobra de manera individual, por lo que se deberá acoplar un segundo generador, pero es un motor con un tiempo estimado de llegada acorde con la llegada del barco al astillero.

El generador cumplirá con los requisitos de las normas y reglamentos indicados por el Bureau veritas.

Este generador esta diseñado con una buena fiabilidad y rentabilidad ya que sus consumos son reducidos y su mantenimiento es de manera sencilla.

También cabe señalar que este motor cumple con la normativa TIER II.



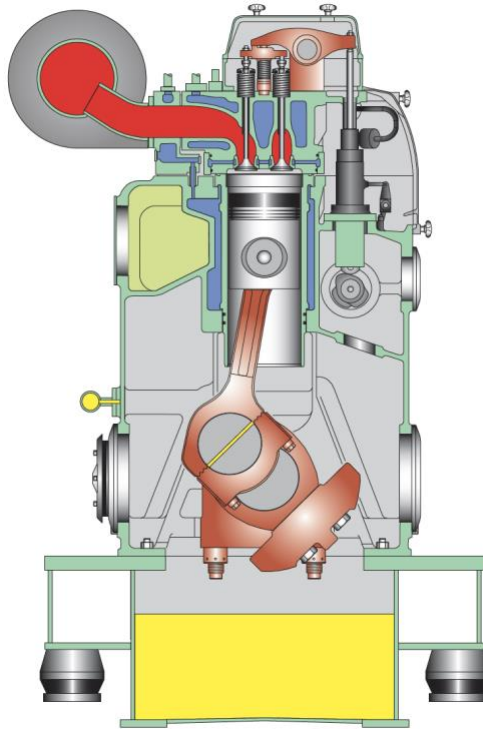
IMAGEN 1 : MONTAJE GENERADOR MAN  
FUENTE: PROPIA

## 1.9. PLANIFICACIÓN

Para realizar el proyecto, lo primero fue buscar un tema sobre que desarrollarlo, debido a mi paso como técnico externo de apoyo a jefe de buque por el astillero de Astander escogí este tema debido a que lo viví de primera mano.

Para realizar el proyecto, seguí la norma UNE 157001 que habla sobre los *criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico*. Esta norma establece los requisitos formales de carácter general con que deben redactarse los proyectos.

Primero debemos asegurar la llegada del motor auxiliar nuevo antes de que el barco llegue al astillero, el motor auxiliar será suministrado por el armador. Una vez el motor se encuentra a disposición del astillero procederemos a ubicarlo en un lugar seguro y se realizará una inspección visual para observar si ha sufrido algún deterioro en su trayecto.



**IMAGEN 2: SECCION TRANSVERSAL GENERADOR MAN**  
**FUENTE: MANUAL MAN**

La primera parte de la maniobra se realizará en el muelle, para poder optimizar el tiempo. Una vez el barco se encuentra en el muelle, se comenzaran a realizar las siguientes tareas. Primero comenzaremos a drenar el motor auxiliar, de liquido de refrigeración, combustible, aceite y se comenzaran a desconectar tuberías. Una vez desmontadas todas las tuberías empezaremos a aligerar el motor para la maniobra.

Para desmontar el escape y soldar cáncamos para la maniobra, será necesario montar un andamio alrededor del motor auxiliar.

Para el removido de los motores auxiliares será necesario realizar una cesárea por la banda de babor, esta cesárea se realizará a flote en el muelle, para ello será necesario realizar una serie de removidos para facilitar la maniobra.

Una vez sacado el motor auxiliar, se procederá a la modificación de los polines, debido que el auxiliar nuevo tiene diferentes dimensiones. También

se procederá a la colocación de las vigas por las que se introducirá el nuevo motor auxiliar. Siendo el dique el lugar de esta maniobra.

Introducido el nuevo generador, se procederá al cierre de cesárea y al montaje de todos los removidos y a quitar el andamiaje para proceder al commissioning.

A continuación voy a mostrar las tablas de las actividades a realizar y su tiempo estimado de realización en días. (Tabla 1)

ACTIVIDAD		TIEMPO
A	ANDAMIAJE SALA MAQUINAS	1
B	SOLDAR CANCAMOS	1
C	DESCONECTAR MA	2
D	REMOVIDOS SALA MAQUINAS	2
E	QUITAR ENFRIADORES	2
F	ABRIR CESAREA	3
G	VIGAS MANIOBRA	5
H	SACAR MA	1
I	MODIFICACIONES BANCADA	2
J	METER MA	1
K	CHOCKFAST	3
L	MODIFICACIONES TUBERIA	5
M	NUEVO ESCAPE	4
N	MONTAR REMOVIDOS	4
Ñ	QUITAR ANDAMIOS	1
O	TRABAJOS ELECTRICOS	15
P	TEST	2

**TABLA 1: ACTIVIDADES A REALIZAR**  
**FUENTE: PROPIA**

A través de la siguiente tabla se pueden sacar los “Early” y los “Last” de cada actividad, esto quiere decir que podremos identificar lo pronto que puede empezar una actividad y lo más tarde que se debe finalizar. Obteniendo estos datos a su vez podremos hallar el “Slack”, que es la holgura permitida entre su comienzo y finalización en este caso medida en días. Como podemos

identificar en la tabla la mayoría de resultados de Slack es 0, esto es debido a que todos estos trabajos son críticos. (Tabla 2)

NODO	EARLY	LAST	SLACK
1	0	0	0
2	2	6	4
3	1	1	0
4	2	2	0
5	4	4	0
6	2	3	1
7	3	6	3
8	5	7	2
9	9	9	0
10	10	10	0
11	13	13	0
12	18	18	0
13	14	17	3
14	17	17	0
15	18	18	0
16	17	18	1
17	20	20	0

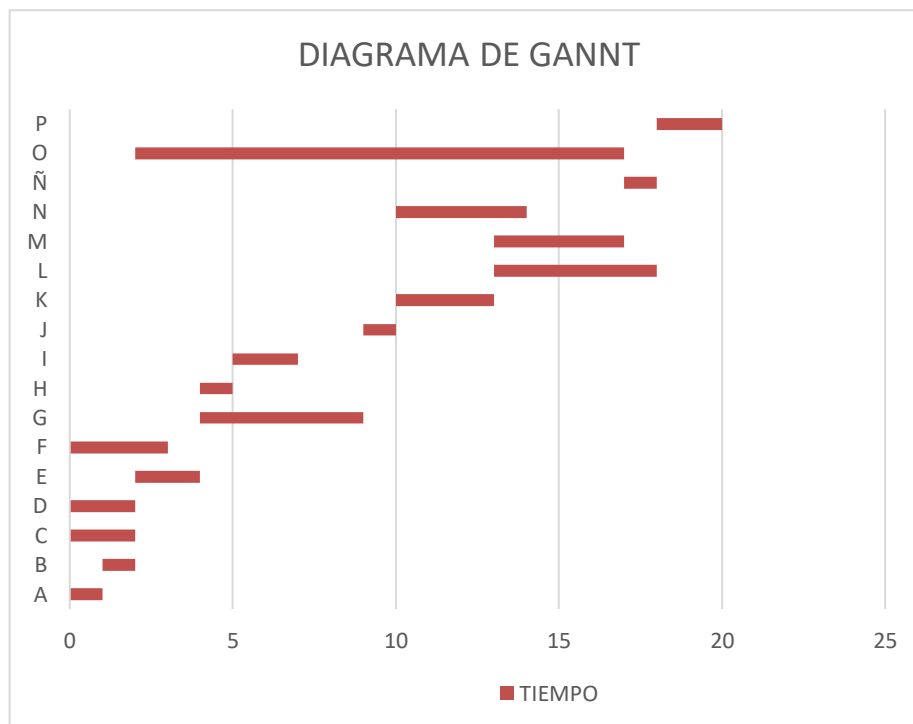
**TABLA 2: DURACIÓN ACTIVIDADES**  
**FUENTE: PROPIA**

Para finalizar, realizaremos una tabla con las actividades, sus tiempos de comienzo y su tiempo de duración de esta actividad (Tabla 3). Con todo ello podremos realizar el diagrama de Gannt. (Grafica 1)



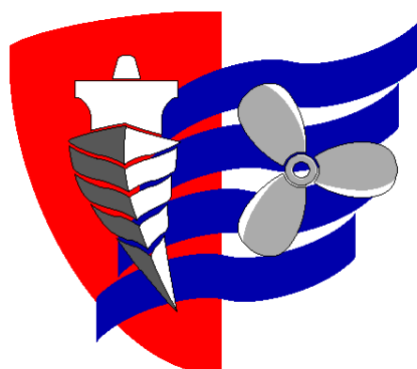
ACTIVIDAD	COMIENZO	TIEMPO
A	0	1
B	1	1
C	0	2
D	0	2
E	2	2
F	0	3
G	4	5
H	4	1
I	5	2
J	9	1
K	10	3
L	13	5
M	13	4
N	10	4
Ñ	17	1
O	2	15
P	18	2

TABLA 3: TABLA DIAGRAMA GANNT  
FUENTE: PROPIA



GRAFICA 1: DIAGRAMA DE GANNT  
FUENTE: PROPIA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**ANEXOS**

## 2. ANEXOS

### 2.1. MANIOBRA SUSTITUCIÓN MOTOR AUXILIAR

Antes de comenzar la sustitución del auxiliar, debemos realizar lo siguiente, primero deberemos drenar todo el auxiliar, tanto de combustible, agua y aceite de lubricación para poder desconectar todas las tuberías conectadas al motor. Una vez desconectadas todas las tuberías se procederá a aligerar de peso del motor para facilitar la maniobra, se desmontaron: colector de escape, balancines, culatas, pistones, bielas y turbosoplante.

Una vez aligerado de peso se realizará una separación del motor de combustión del generador, para sacarlos individualmente, también desconectaremos el alternador eléctricamente, utilizando las seguridades del cuadro principal. y también se desacoplará el motor de la bancada, de esta forma sacaremos el motor alternativo de manera individual.

A su vez, se colocarán andamios en la sala de maquinas alrededor del auxiliar para poder retirar parte del tubo de escape, viga rail, conductos de ventilación y se procederá a soldar los cáncamos para realizar la maniobra de salida (Imagen 4).



IMAGEN 3: MOTOR AUXILIAR WARTSILA  
FUENTE: PROPIA



IMAGEN 4: COLOCACIÓN DE CÁNCAMOS  
FUENTE: PROPIA

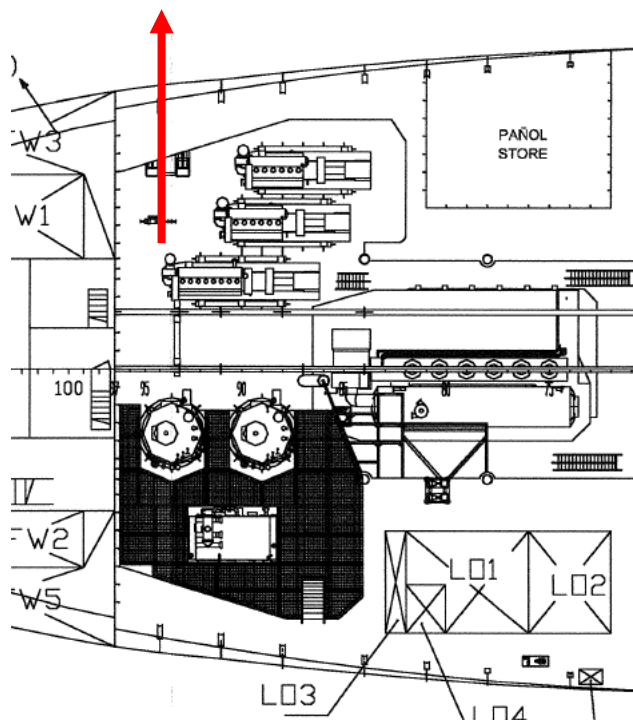


FIGURA 1: DISPOSICION MMAA  
FUENTE: PROPIA

## 2.2. INSTALACIÓN DE SUJECIONES PARA LA MANIOBRA

Para la maniobra de sustitución del motor auxiliar será necesario colocar unas sujeciones en las vigas del techo de la máquina. Estas sujeciones serán capaces de soportar el peso del auxiliar. Su colocación irá sobre el motor auxiliar y en dirección a la cesárea (Figura 2).

Estas sujeciones serán unos cáncamos de chapa de 20mm con un agujero de 50mm por las que se introducirá el grillete a la cual irá el gancho del diferencial.



IMAGEN 5: CÁNCAMO SOLDADO  
FUENTE: PROPIA

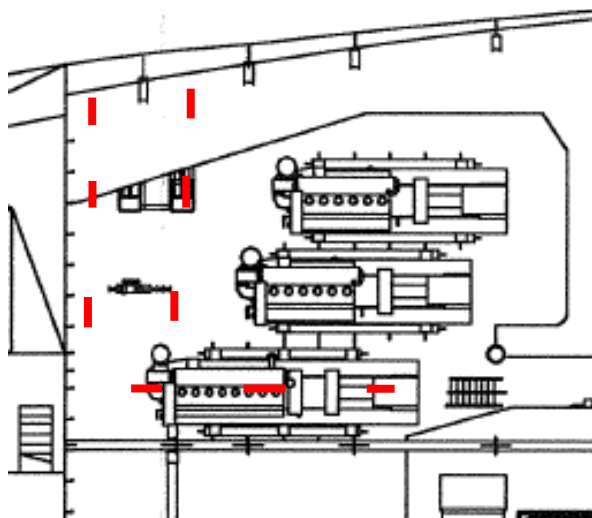


FIGURA 2: COLOCACIÓN SUJECIONES  
FUENTE: PROPIA

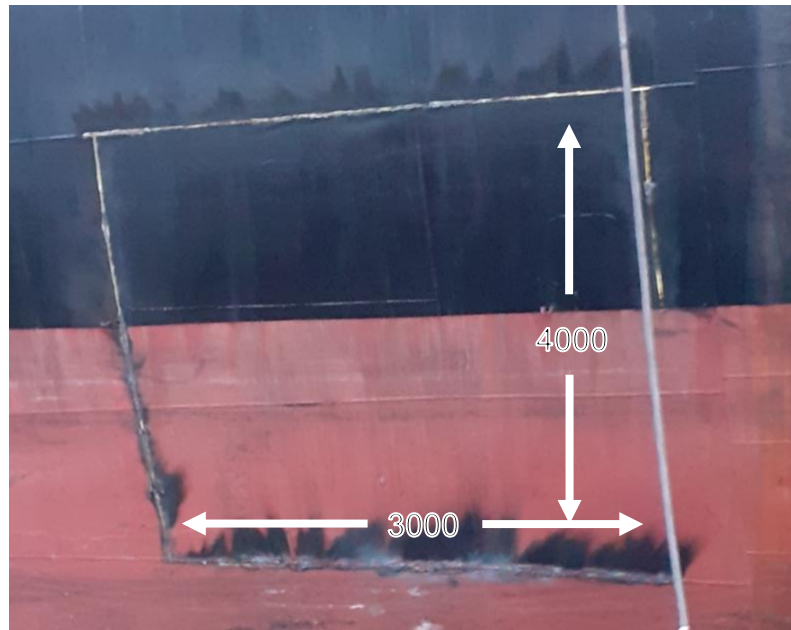
### 2.3. CESÁREA

Para poder realizar la maniobra del motor auxiliar es necesario realizar una cesárea en el costado de babor del barco.

Como he indicado anteriormente, la cesárea será realizada en el muelle para poder optimizar el tiempo. Para ello el buque deberá atracar de forma que la zona donde se va a efectuar la cesárea quede en la parte mas cercana al muelle. También se deberá tener en cuenta el lastre del barco para que la cesárea quede siempre en todo momento por encima de la línea de flotación.

Para realizar esta cesárea debemos conocer las dimensiones del motor auxiliar. Debido a que el motor WARTSILA va a salir despiezado y de esta manera las dimensiones se verán reducidas, deberemos fijarnos en el motor MAN, ya que este motor va a introducirse de una sola pieza. También debemos contar con la forma que vamos a introducir ese motor. Para la maniobra del motor MAN se va a utilizar dos vigas que harán la función de carril por el cual se desplazará horizontalmente usando unas ruedas y unos diferenciales, como mostrare en el apartado *2.8 introducción motor auxiliar*. Dicho esto, debemos tener en cuenta también el conjunto de las ruedas y de las vigas. Sumando las vigas y las ruedas tenemos una distancia añadida de 600 mm, sumado a los 2815 mm que mide el motor según las especificaciones del manual de MAN da un total de 3415 mm. Debido a que tenemos dos soldaduras a una distancia de verdadera magnitud de 4000 mm en el eje vertical del barco, procederemos a realizar la cesárea a esa altura, con la anchura de la cesárea tenemos margen de maniobra, lo único que debemos tener en cuenta es en dejar un margen de 500 mm debido a la presencia de un tanque lateral de combustible. Por lo tanto tendremos unas medidas de la cesárea de 4000 x 3000 mm.

Para el removido de la cesárea será necesario el uso de oxicorte y de la instalación de una sujeciones, como las usadas para el interior de la sala de máquinas, soldadas en la cesárea para poder usar la grúa y retirar la pieza de manera segura.



**IMAGEN 6 : DIMENSIONES CESÁREA**  
**FUENTE: PROPIA**



**IMAGEN 7: CORTE CESÁREA**  
**FUENTE: PROPIA**

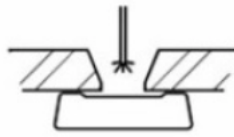




**IMAGEN 8: RETIRADA CESÁREA**  
**FUENTE: PROPIA**

Una vez metido el motor, la cesárea se podrá cerrar. Para ello usaremos los cáncamos que ya estaban soldados y la grúa del muelle. Una vez situada la cesárea en su lugar correspondiente se dispondrá a soldar usando cerámica por el lado exterior y soldando con semiautomática en el interior. El uso de la cerámica hace que se abaraten los costes , se mejore la eficiencia y acelera la producción. Consiste en una pieza cerámica unidas por una banda de aluminio mediante un adhesivo específico el cual debe ser resistente al calor y a la expansión. Obtendremos un resultado con una soldadura limpia, homogénea y libre de porosidad.





**FIGURA 3 : SOLDADURA CERAMICA**  
**FUENTE: ROYDEX**

Una vez terminada la soldadura, se realizara el test de campana de vacío, este procedimiento indicará la estanqueidad de la soldadura, probándolo con una presión de 0.85 bar. Una vez realizado la prueba siendo favorable, se procederá a pintar.



**IMAGEN 9: CESÁREA FINALIZADA**  
**FUENTE: PROPIA**

## 2.4. LIMPIEZA Y SUSTITUCIÓN DE BANCADA

Debido a la diferencia de tamaños del generador, la bancada será de diferente tamaño, por ello se procederá a la construcción de unos nuevos polines donde va a ir asentado el auxiliar. Teniendo en cuenta las dimensiones proporcionadas por el manual de MAN, se procede a su construcción.

Antes de todo debemos efectuar la sustitución de la bancada, para ello se retira el piso planchas que interfiera en su extracción, también se soltará la conexión existente entre los Silentblocks de la bancada. La retirada de la bancada será de la misma forma que la del auxiliar, usando diferenciales y utilizando la cesárea.



IMAGEN 10: BANCADA VIEJA  
FUENTE: PROPIA



**IMAGEN 11: REMOVIDO BANCADA**  
**FUENTE: PROPIA**

Para los removidos de los polines, ya que se van a retirar usando oxicorte, es necesario que toda la zona este completamente limpia, para evitar que se produzca algún foco de incendio.



**IMAGEN 12: REMOVIDO POLIN**  
**FUENTE: PROPIA**

## 2.5. CÁLCULO POLINES

Para el cálculo de la bancada nos remitimos a los planos de MAN. Como hemos respetado los cables del anterior alternador, la ubicación de los polines dependerá de esto, que la zona del conexionado del nuevo alternador coincida con la canaleta existente del cableado del antiguo alternador. Por lo tanto los polines tendrán que estar colocados lo más a proa posible.

Los polines al menos deberían tener una medida de 3675mm. Sobre cada polín se van a apoyar 4 silentblocks con una distancia de separación de 285, 1185, 2255, y 3675 mm respectivamente desde el punto de origen 0. (Figura 4) REF .04 : POLIN MOTOR AUXILIAR

La distancia entre polines la marca el centro de los silentblocks con una distancia de 635mm por cada banda del motor respecto su eje de crujía. (Figura 5) REF .04 : POLIN MOTOR AUXILIAR

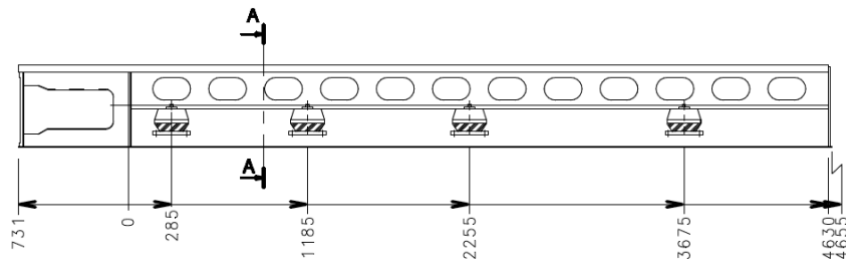


FIGURA 4: BANCADA LONGITUDINAL MAN  
FUENTE: MANUAL MAN

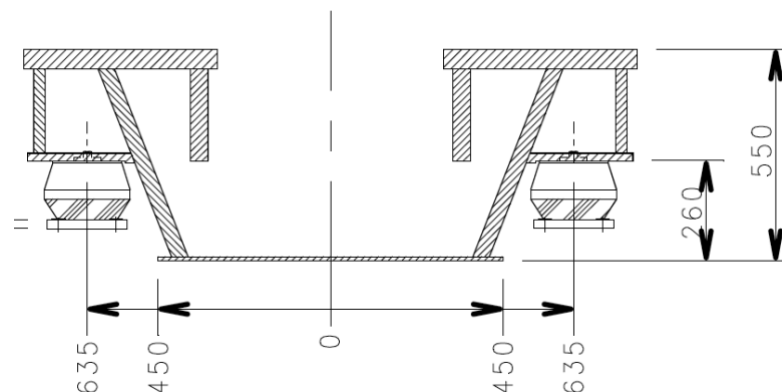


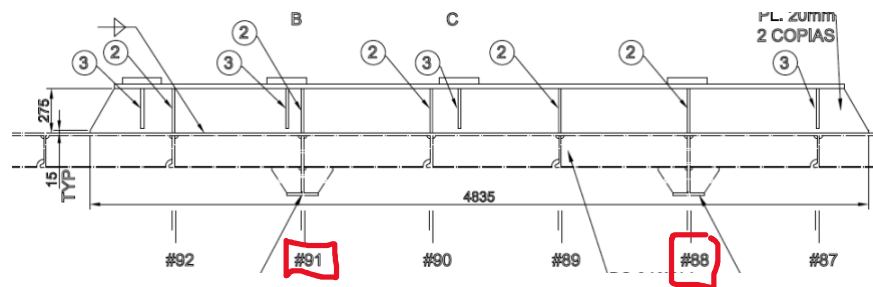
FIGURA 5: BANCADA FRONTAL MAN  
FUENTE: MANUAL MAN

Para mejorar la resistencia estructural, se recomienda, que los polines vayan apoyados sobre vigas longitudinales, a su vez, es recomendado que se usen los refuerzos transversales y vayan colocados sobre la vertical del silentblock. En nuestro caso, los antiguos polines iban colocados sobre unas vigas longitudinales, las cuales se encontraban en la cubierta inferior asique podemos aprovechar esos refuerzos, como muestra la imagen 13. En cuanto a los refuerzos transversales, haremos coincidir el silentblock uno y tres (contando desde proa) sobre la cuaderna ochenta y ocho y noventa y uno del barco como muestra la figura 6.

Además el polín necesita unos refuerzos angulares, de la forma que se muestran en el plano REF .04 : POLIN MOTOR AUXILIAR

Todo el material empleado para su construcción es un acero naval AH36 con una soldadura filete de 8 mm

La bancada será aprobada por el Bureau veritas.



**FIGURA 6: BANCADA LONGITUDINAL**  
**FUENTE: PROPIA**



**IMAGEN 13: VIGA LONGITUDINAL APOYO POLIN**  
**FUENTE: PROPIA**

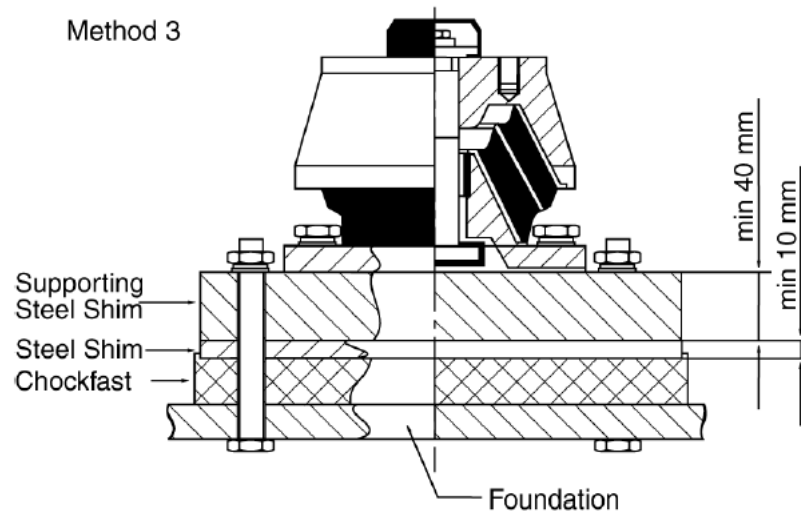
## **2.6. SILENTBLOCKS**

Una vez soldados los polines a la cubierta, viene la parte mas difícil, la nivelación de los silentblocks. Para ello debemos escoger el método mas acertado en el manual de MAN para nuestro caso en particular.

En nuestro caso escogemos el método 3 debido a que es un método capaz de absorber las irregularidades y discontinuidades surgidas durante la instalación de los polines.

Este método consiste en la colocación de tres niveles diferentes debajo de cada silentblock. Consistirá en los siguientes niveles.

1. Chapa mecanizada y rectificada de mínimo 40 mm
2. Chapa mecanizada y rectificada de mínimo 10 mm
3. Vertido de chockfast de mínimo 15 mm



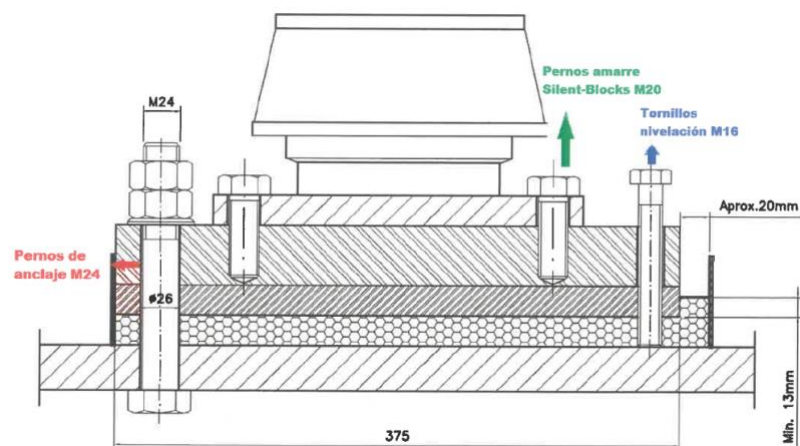
**FIGURA 7: SILENTBLOCK**  
**FUENTE: MANUAL MAN**

En cuanto a los niveles finalizados serán los siguientes:

1. Chapa mecanizada y rectificada de 48 mm (material de 50 mm)
2. Chapa mecanizada y rectificada de 18 mm (material de 20)
3. Vertido de chockfast de 22 mm (requerido por el especialista del producto)

El mecanizado y rectificado se lleva a cabo por un especialista, consiguiendo una planitud y paralelismo perfecto. Mientras se lleva a cabo el mecanizado de las chapas necesarias se realizarán unas ocho plantillas, una por cada silentblock, con el fin de poder usarlas para marcar y poder realizar los agujeros correspondientes a los pernos de anclaje.





**FIGURA 8: SILENTBLOCK**  
**FUENTE:**



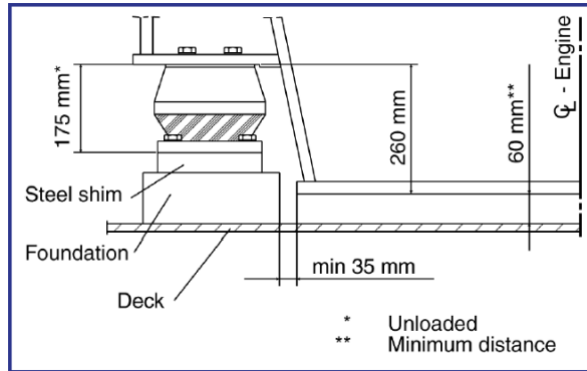
**IMAGEN 14: PLANTILLA**  
**FUENTE: PROPIA**

Estas plantillas (Imagen 14) se atornillarán a los silentblocks por medio de los pernos de sujeción de M20. Posándolos sobre los polines en la posición que llevara finalmente se procederá a taladrar respetando las cotas.

Una vez realizado los taladros de los pernos de fijación sobre el polín, se procederá a comprobar la planitud de las chapas de 48 mm y de 18 con azul de Prusia.

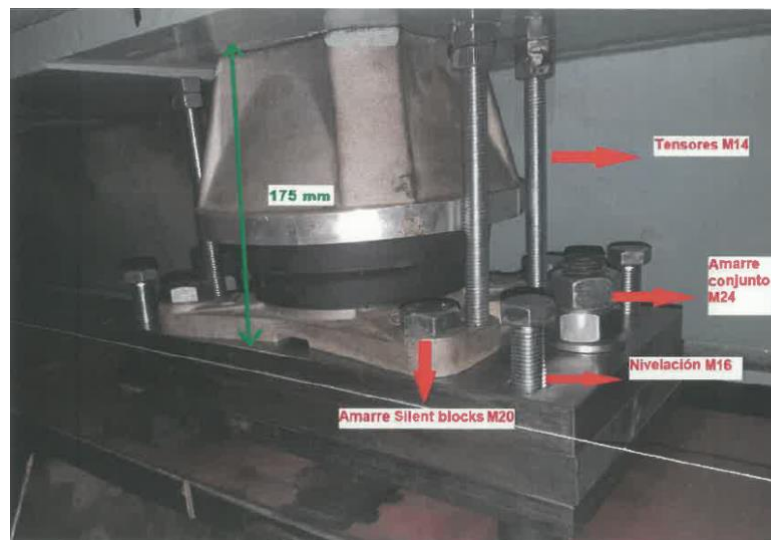


Una vez realizado los taladros y comprobado la planitud de las chapas debemos fijarnos en el ajuste que nos indica el manual de MAN sobre la altura de los silentblocks. El motor sin carga debe mantener una elongación de 175 mm. Como indica la figura 9



**FIGURA 9: ALTURA SILENTBLOCK**  
**FUENTE: MANUAL MAN**

Se deben preparar los 32 tensores de M14 para ajustarles todos a 175 mm y se comprobará con galgas que el perno interior de cada silentblock está libre y no esté frenado contra la bancada.



**IMAGEN 15: SILENTBLOCK**  
**FUENTE: PROPIA**

Debido a la necesidad de respetar los 175 mm requeridos por la casa, se realizará el ajuste con un micrómetro de interiores para obtener una exactitud plena.

Para realizar la siguiente maniobra es necesario que el auxiliar repose sobre unos picaderos de roble macizo con una altura de 300 mm de altura.

Se atornillarán las chapas de 48 mm y de 18 mm de los 8 silentblocks. Las chapas de 48 mm irán con 4 tornillos de M20 y las de 18 mm irán con 32 tornillos de nivelación de M16.

Para realizar la maniobra de nivelación se usarán cuatro gatos hidráulicos situados en cada esquina del motor, que permitirá retirar los picaderos de roble y continuar bajando de forma nivelada y lentamente hasta que reposen los 32 tornillos de nivelación de M16.

Para la realización de la maniobra final se ajustarán los 32 tornillos de nivelación de M16 a 22 mm por debajo de la chapa de 18 mm, debido a que es la medida que el especialista de Chockfast considera como altura mínima para su correcto vertido.

Cuando los tornillos tocan con los polines de forma nivelada en todos los silentblocks se procederá a la retirada de los gatos.



**IMAGEN 16: NIVELADO FINAL SILENTBLOCKS**  
**FUENTE: PROPIA**

### 2.6.1.CHOCKFAST

El chockfast es un compuesto de resina epoxi de dos componentes, es sólido, inerte, formulado para la fijación de maquinaria. Está diseñado para soportar ambientes marinos e industriales severos que implican un alto grado de choque físico y térmico. El compuesto no se contrae y tiene una fuerza de impacto y de compresión muy alta. Es un compuesto aprobado por las principales agencias reguladoras de todo el mundo.

1. Garantiza la alineación permanente
2. Mantiene la tensión en el apriete de pernos
3. No requiere de una medición de las proporciones antes del mezclado
4. Reduce el tiempo de montaje y no requiere mantenimiento
5. Fuerza física alta
6. Alta resistencia al impacto
7. Resistencia a productos químicos, aceites, gasóleos y agua de mar
8. Fuerte adherencia al metal
9. Resistencia superior a la fatiga
10. Amortigua las vibraciones

Una vez tenemos nivelados los silentblocks como muestra la imagen 16 se procederá a la realización de unos “bebederos”, los cuales consisten en un encofrado dentro del cual se verterá el chockfast. Para comprobar la correcta alineación entre todos los silentblocks se colocará un hilo de proa a popa del polín comprobando que toque en todas las chapas de los silentblocks de la misma manera. Ilustrado en la imagen 17



**IMAGEN 17: ALINEACIÓN SILENTBLOCKS**  
**FUENTE: PROPIA**



**IMAGEN 18: BEBEDEROS SILENTBLOCKS**  
**FUENTE: PROPIA**

Primero deberemos limpiar todas las superficies antes del vertido del producto, y se preparan los bebederos alrededor de cada silentblocks. Para el vertido del producto se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

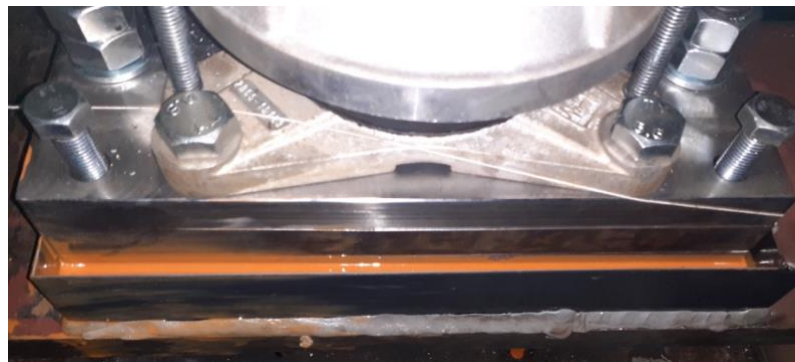
1. Limpieza de las superficies
2. Aislamiento de pernos y superficies internas
3. Temperatura de curado
4. Tiempo de curado
5. Humedad

Tras el vertido de Chockfast, los tensores de M14 que sujetaban los 8 silentblocks se retirarán y se dejara reposar el conjunto durante un mínimo de 48 horas para la comprobación de su compresión estáticamente y sin carga.

Debido a la temperatura que se encuentra la sala de máquinas el tiempo estimado es de unas 36 horas, sin embargo se dejará curar las 48 horas indicadas. Una vez pasadas las 48 horas se procederá al la retirada de los bebederos.



**IMAGEN 19: VERTIDO CHOCKFAST**  
**FUENTE: PROPIA**



**IMAGEN 20 : VERTIDO CHOCKFAST SOBRE BEBEDEROS**  
**FUENTE: PROPIA**

Tras la retirada de los bebederos, se liberarán y se aflojarán los 32 tornillos niveladores M16, para dar el apriete final a los pernos de amarre de los silentblocks M20 y los 16 pernos de anclaje de todo el conjunto M24

- El par de apriete de los pernos de amarre de M20 es de 320 Nm
- El par de apriete de los pernos de anclaje de M24 es de 550 Nm





IMAGEN 21: ASPECTO FINAL CHOCKFAST  
FUENTE: PROPIA

PROYECTO Nº 045.2020-01 ASTILLERO: ASTANDER  
REALIZADO POR: S. Aguado FECHA: 30/03/2020 BUQUE: CASTILLO DE MONTERREAL

**HOJA DE DATOS PARA EL TAQUEADO CON  
"CHOCKFAST" DEL GRUPO AUXILIAR**

**DATOS DEL BUQUE:**

Nombre : CASTILLO DE MONTERREAL  
Tipo : PETROLERO  
Armador:

**DATOS DE LA MAQUINA:**

Constructor: MAN  
Tipo : 6L 23/30 H  
BHP/R.P.M.: 3.805 / 1.000  
Número de máquinas: 1  
Peso de la máquina en servicio: 20.577 Kgs.

	Cantidad	Agujero	Métrica	Sección Resis.
<b>PERNOS</b>				
Pernos de amarre: Ajustados				
" " " : No ajustados	16	26 mm.	24	353 mm.2
Total pernos de amarre	16			
" " nivelación:	32	16 mm.	16	
Superficie debida a agujeros				149,29 cm.2

**DATOS DEL TAQUEADO "CHOCKFAST"**

Tipo de resina: CHOCKFAST PR-610-TCF ORANGE  
Máxima temperatura esperada en calzos: 60 °C

**CALZOS**

Número de calzos	8
Anchura de los calzos	190 mm
Longitud de calzos	375 mm
Superficie bruta	5.700,00 cm <sup>2</sup>
Superficie bruta total	5.700,00 cm <sup>2</sup>
Superficie efectiva	5.550,71 cm <sup>2</sup>
Carga por peso de la máquina sobre calzos	3,71 Kp/cm <sup>2</sup>
Carga total sobre calzos	37,376 Kp/cm <sup>2</sup>
Tensión en pernos ajustados	
Tensión en pernos no ajustados	11.680,23 Kp
Tensión total debida a pernos	186.883,62 Kp
Esfuerzo de tracción en pernos ajustados	
Esfuerzo de tracción en pernos no ajustados	33,09 Kp/mm <sup>2</sup>
Límite elástico mínimo recomendado para el material del perno (Ac. Cal 8,8 )	64,00 Kp/mm <sup>2</sup>
PAR DE APIRIETE RECOMENDADO EN PERNOS AJUSTADOS	
PAR DE APIRIETE RECOMENDADO EN PERNOS NO AJUSTADOS	550,00 N.m



IMAGEN 22: TAQUEADO CHOCKFAST APROBADO POR EL BUREAU VERITAS  
FUENTE: BUREAU VERTIAS

## 2.7. REMOVIDOS

Para poder realizar el intercambio de motor será necesario una serie de removidos. Entre los ya mencionados anteriormente, cabe destacar el removido de uno de los enfriadores del circuito de refrigeración de los motores auxiliares. Este removido es un inconveniente ya que el barco esta generando su propia electricidad a través de uno de los motores auxiliares. Para poder seguir usando el motor auxiliar y tener que evitar el empleo de un grupo electrógeno de tierra, será necesario desconectar el enfriador de proa dejando el de popa operativo. Para el caso del removido del generador será suficiente desmontar el enfriador de proa, pero para la introducción del nuevo generador, debido a la maniobra próximamente explicada en el punto 2.8, será necesario que ambos enfriadores sean desmontados, quedando inoperativos los generadores auxiliares. Por lo tanto, mientras dure la maniobra de introducción se deberá poner en marcha el generador de emergencia para poder dar la energía necesaria a los equipos importantes del barco.

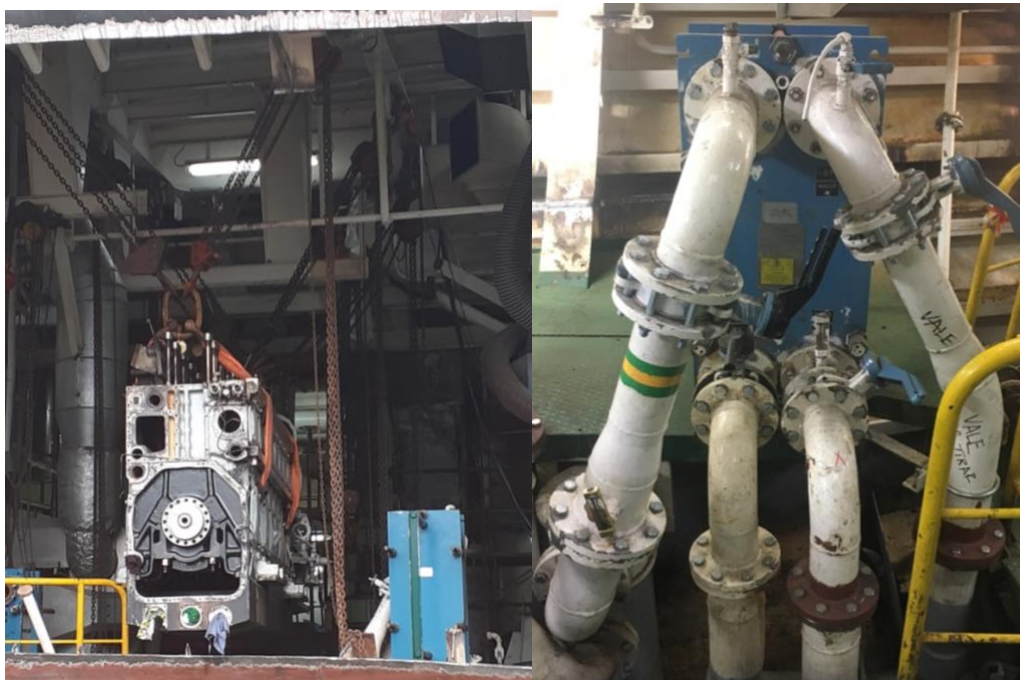
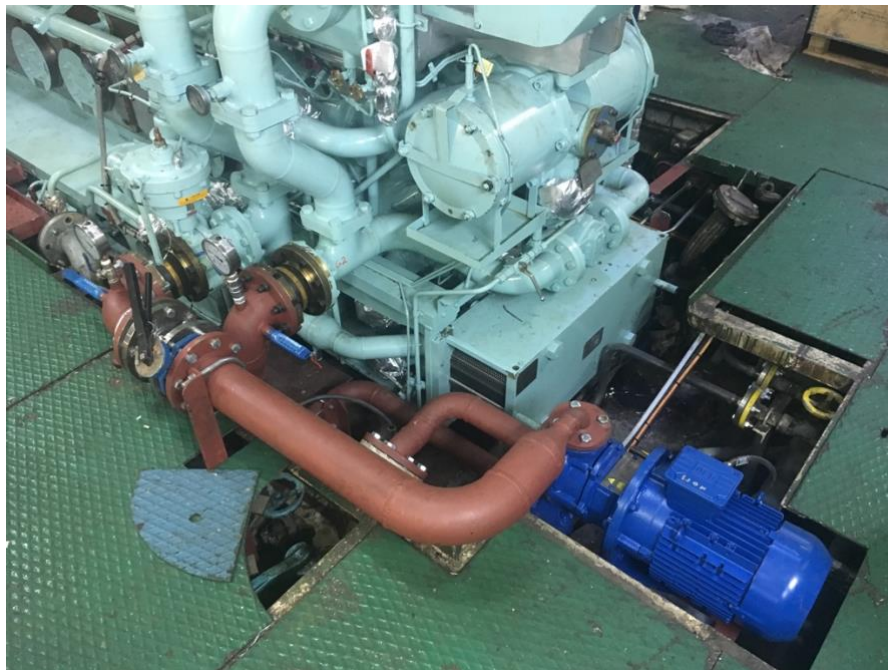


IMAGEN 23: DESMONTAJE ENFRIADOR PROA  
FUENTE: PROPIA



También serán necesarios los removidos de tubería del auxiliar. El astillero será el encargado de este conexionado usando el ya existente en el barco y adaptándolo a las nuevas necesidades del generador auxiliar. El astillero deberá usar un material certificado de los diámetros indicados a continuación en material sch-40. Es necesario que todas las tuberías sean decapadas y pasivadas. Todo este trabajo debe ser revisado y aprobado por el armador de ENE el técnico de MAN y el Bureau Veritas. También se acoplara una bomba al circuito de baja temperatura del refrigerante (LT), para conseguir una velocidad demandada por el manual para obtener una velocidad de entrada de 3 m/s y una presión de 0,5 bar. (imagen 24) (REF .06 : DISPOSICIÓN CONEXIONADO TUBERIAS II)



**IMAGEN 24: CONEXIONADO TUBERIAS Y BOMBA LT**  
**FUENTE: PROPIA**

Para finalizar se realizará la instalación del piso planchas alrededor del generador reutilizando parte de las planchas y montando nuevas planchas de chapa lagrimada de 5- 7 mm.

## 2.8. INTRODUCCIÓN MOTOR AUXILIAR

Para realizar la maniobra de introducción del motor, se usaran unas vigas, por las cuales se desplazara axialmente a través de unas ruedas incorporadas en la bancada y unos diferenciales. El conjunto de la viga y el apoyo giratorio tendrá una medida de 600 mm siendo 350 mm la medida del ancho del ala de la viga y de 250 del apoyo giratorio. El apoyo giratorio constara de un tubo cuadrado de 150x150 mm soldado a una plancha por su parte de superior e inferior de 10 mm. La plancha superior ira soldada a la bancada del auxiliar. En la plancha inferior irán soldadas dos llantas para encajar el elemento que hará rodar al conjunto. Deberemos colocar 4 apoyos, 2 por banda en proa y popa.

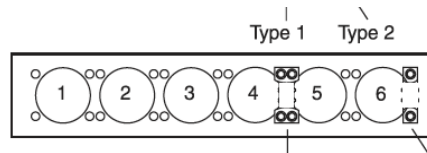


IMAGEN 25: APOYO GIRATORIO  
FUENTE: PROPIA

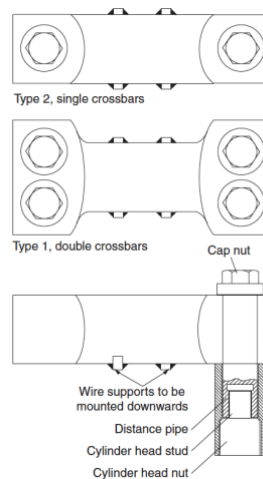
La maniobra se hará con el conjunto de motor y alternador, debido a que no se debe desmontar ninguna parte del generador, debido a que se podría perder la garantía del generador.

Para poder izar el motor y realizar la maniobra será necesario actuar solo sobre los puntos permitidos por MAN para realizar el levantamiento.(Figura 12)

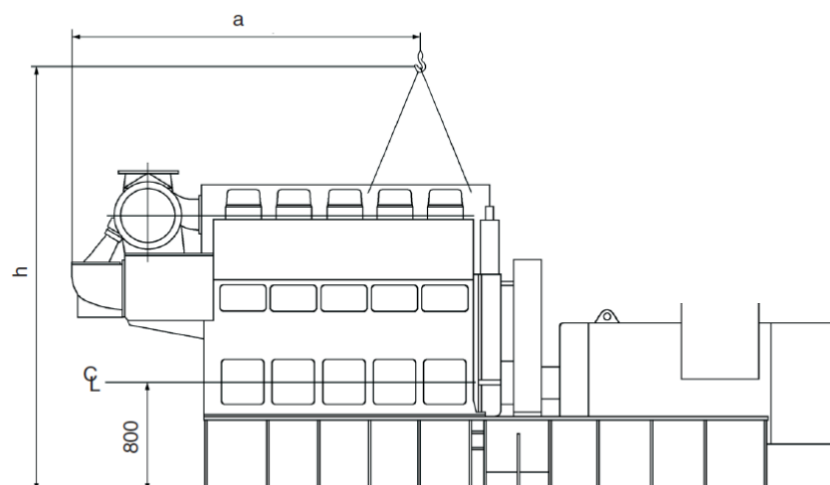
Este levantamiento se realizara a través de los travesaños, los cuales ya vienen montados en el motor, situados entre los pistones 5 y 6, (Figura 10) que deberán ser desmontados una vez terminada la maniobra.



**FIGURA 10: DISPOSICIÓN TRAVESAÑOS**  
**FUENTE: MANUAL MAN**

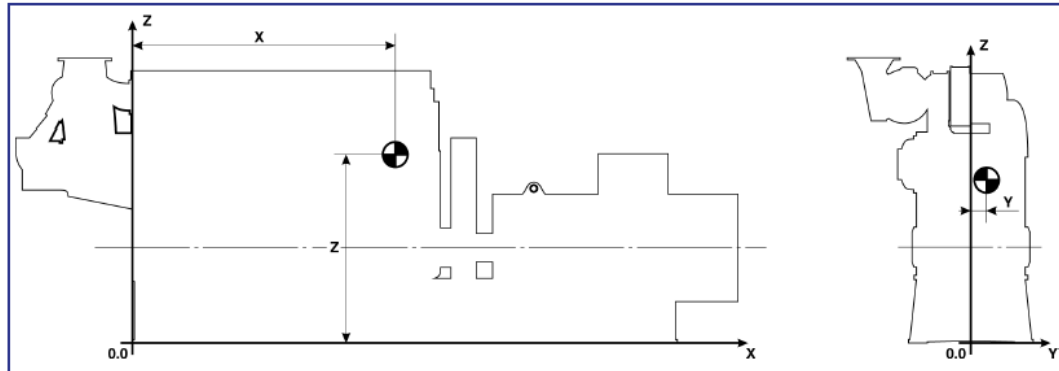


**FIGURA 11: CARACTERISITICA TRAVESAÑOS**  
**FUENTE: MANUAL MAN**



**FIGURA 12: IZADO MOTOR AUXILIAR**  
**FUENTE: MANUAL MAN**

Estos travesaños están colocados teniendo en cuenta el centro de gravedad del auxiliar en su conjunto, por eso se debe usar siempre esas sujeciones ya que de esta manera el motor estará siempre en un equilibrio perfecto.



**FIGURA 13: CENTRO DE GRAVEDAD**  
**FUENTE: MANUAL MAN**

Para la colocación del motor auxiliar sobre las vigas se utilizara una grúa de muelle con una capacidad de 200 toneladas, una capacidad mas que suficiente ya que nuestro motor tiene un peso de su conjunto de 21 toneladas.

Una vez colocado sobre las vigas, se colocaran los ganchos de los diferenciales, que vamos a usar para hacer mover axialmente al auxiliar de manera igualada, sobre las eslingas ubicadas en la bancada del auxiliar como se muestra en la imagen 27

Antes de que el cable de la grúa toque el casco del barco, se procederá a colocar los diferenciales que usamos para el removido del auxiliar antiguo. Una vez colocados esos diferenciales soltaremos el gancho de la grúa dejándola libre y continuando la maniobra con los diferenciales colocados en la sala de máquinas llevando el motor a su sitio, colocándolo como cito en el apartado 2.5 y 2.6.



**IMAGEN 26: IZADO MOTOR AUXILIAR  
FUENTE: PROPIA**



**IMAGEN 27: DESPLAZAMIENTO AXIAL MOTOR  
FUENTE: PROPIA**

## 2.9. BALANCE ELÉCTRICO

A la hora de escoger el motor, debemos fijarnos en la demanda de potencia que va a necesitar el barco. Para ello debemos fijarnos en el balance eléctrico del barco. Deberemos consultar la suma de las diferentes potencias consumidas en el barco, navegando, maniobra, carga/descarga y puerto. Como ya hemos informado anteriormente, el buque dispone de otros dos motores auxiliares con una potencia de 990 kW cada uno. La propia empresa y el armador necesitan que a las potencias de las diferentes maniobras del barco se le incrementen un 5% al valor del balance eléctrico por seguridad.

Navegando esta consumiendo un total de 851,80 kW sumado el 5% del margen de seguridad hace un total de 894,39 kW. En este modo el barco solo necesita el funcionamiento de un motor auxiliar. Este valor nos indica que al menos el motor escogido debe tener una potencia superior a 894,39 kW.

En maniobra el buque esta consumiendo un total de 1328,09 kW sumado el 5% de margen de seguridad hacen un total de 1394,49 kW. En modo maniobra el barco deberá usar al menos 2 motores auxiliares.

En modo carga/descarga esta consumiendo un total de 2460,26 kW sumado el 5% de margen de seguridad hace un total de 2583,27 kW. En este modo el buque deberá hacer uso de sus 3 motores auxiliares para poder repartir la carga.

En Puerto el buque esta consumiendo 528,17 kW sumado el 5% de margen de seguridad hace un total de 554,58 kW. Siendo necesario solo el uso de un motor auxiliar.

El balance eléctrico queda de la siguiente manera:

	NAVEGANDO	MANIOBRA	CARGA/DESCARGA	PUERTO
POTENCIAS kW	894,39	1394,49	2583,27	554,58
GENERADOR N1 (990 kW)	CONECTADO	CONECTADO	CONECTADO	
GENERADOR N2 (990 kW)			CONECTADO	CONECTADO
GENERADOR N3 (960kW)		CONECTADO	CONECTADO	

**TABLA 4: BALANCE ELECTRICO**  
**FUENTE: PROPIA**

El motor MAN STX 6L23/30H tiene una potencia de 960 kW, por lo que sería una potencia mas que suficiente para poder realizar las maniobras anteriormente descritas.

## 2.10. VELOCIDAD GASES DE ESCAPE

Mediante la formula existente en el manual de MAN procederemos a calcular la velocidad de los gases de escape.

$$V = \frac{4 * m}{1.3 * \left( \frac{273}{273 + T} \right) * \pi * D^2}$$

Donde:

V gas velocity (m/s)

m exhaust gas mass flow (kg/s) 2,12 kg/s

T exhaust gas temperature (°C) 371 °C

D exhaust gas pipe diameter (m) 0.4 mm

Sustituyendo valores

$$V = \frac{4 * 2,12}{1.3 * \left( \frac{273}{273 + 371} \right) * \pi * 0,4^2}$$

Obtenemos un valor de 30,62 m/s

Este valor esta en el rango necesario ya que el manual pide que la velocidad de los gases de escape no exceda de los 35 m/s. Dicho esto tenemos un resultado satisfactorio para evitar que el flujo de los gases de escape cree una contrapresión que pueda llegar a afectar al funcionamiento de la turbo.

## 2.11. DILATACIÓN ESCAPE

Para poder escoger una expansión acorde con la instalación, deberemos comprobar cuanto es necesario que absorba la expansión, para ello realizaremos el cálculo de la dilatación del tubo de escape.

Primero debemos saber que tipo de material vamos a escoger para nuestro tubo de escape, la opción adecuada es un acero laminado. La elección de este tipo de acero es debido a que tiene unos valores de limites elásticos elevados, característica necesaria ya que se van a producir unas variaciones en su tamaño y no queremos que se produzcan unas deformaciones permanentes.

La fórmula usada es la siguiente:

$$\Delta L = L_0 * \alpha (\Delta T)$$

Donde:

$\Delta L$  Dilatación escape

$L_0$  Longitud tubería escape

$\alpha$  coeficiente dilatación acero

$\Delta T$  Diferencia de temperaturas gases de escape

La longitud de la tubería de escape escogida es la distancia desde la expansión del motor hasta la expansión ubicada antes del silenciador de explosiones. Esta longitud es de 4500 mm. REF .02 : DISPOSICIÓN EXHAUSTACIÓN TRANSVERSAL A POPA



El coeficiente de dilatación del acero es de  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

La diferencia de temperaturas de los gases de escape es la diferencia entre la temperatura máxima a una carga de su máxima capacidad ( $371 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y una carga mínima, la correspondiente al motor sin acoplar al alternador, de ( $282 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) a estas temperaturas les vamos a sumar un 10% de margen de seguridad tal y como indica el armador. Siendo la temperatura máxima  $408 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y la mínima  $309,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Teniendo todos los datos ya podemos sustituir en la formula.

Siendo:

$$\Delta L = 4500 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} (408 - 309,2)$$

Obteniendo que nuestra dilatación tiene un resultado de  $5,34 \text{ mm}$

La expansión escogida debe al menos absorber ese resultado.

La expansión será suministrada por la empresa CODINOR-COMPENSADORES Y DILATADORES DEL NORTE, S.L. y será aprobada por el Bureau veritas. Esta expansión aguanta una presión de 3 bar y unas temperaturas de  $-55 \text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta los  $500 \text{ }^{\circ}\text{C}$  siendo de un material de acero inoxidable. Siendo capaz de absorber un movimiento axial de  $9 \text{ mm}$  ( $\delta$ ) y un movimiento lateral de  $15 \text{ mm}$  ( $\lambda$ ).

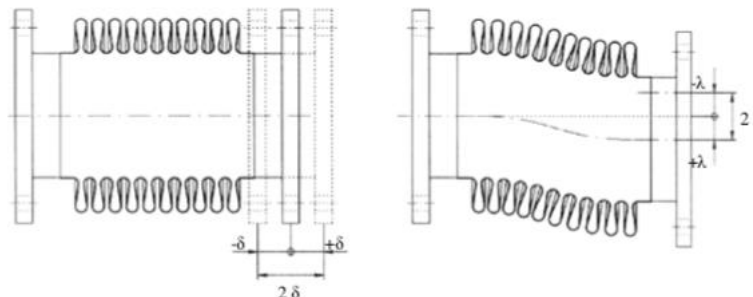


FIGURA 14: MOVIMIENTO COMPENSADOR EXPANSIÓN  
FUENTE: RUBBER DESIGN

## 2.12. CÁLCULO CONSUMO

Primero realizaremos el cálculo del consumo de combustible, para ello debemos tener en cuenta el factor de consumo de fuel. Este factor nos indicará el valor real del consumo multiplicado al ideal.

$$\beta = 1 + 0,0006 * (T_x - T_R) + 0,0004 * (T_{bax} - T_{bar}) + 0,07 * (P_r - P_x)$$

Donde:

$\beta$  Factor consumo de fuel

$T_x$  Temperatura ambiente real

$T_R$  Temperatura ambiente ideal

$T_{bax}$  Temperatura aire antes del cilindro real

$T_{bar}$  Temperatura aire antes del cilindro ideal

$P_r$  Presión de aire del ambiente ideal

$P_x$  Presión de aire del ambiente real

Siendo:

$B_R$  200 g/kWh

$T_R$  25 °C

$T_{bar}$  40 °C

$P_r$  1.0 bar

Estos datos son los proporcionados por el manual de forma ideal

Nuestros datos reales serian los siguientes:

$T_x$  45 °C

$T_{bax}$  50 °C

$P_x$  0,9 bar

Sustituyendo:

$$\beta = 1 + 0,0006 * (45 - 25) + 0,0004 * (50 - 40) + 0,07 * (1 - 0,9)$$

$$\beta = 1,023$$

Por lo tanto nuestro consumo seria:

$$B_x = \beta * b_r = 204,6 \text{ g/kWh}$$

## 2.13. ANEXO VI MARPOL

En este Anexo del convenio MARPOL, adoptado en 1977 se restringen los principales contaminantes atmosféricos contenidos en los gases de escape de los buques, de forma particular en los óxidos de azufre ( $SO_x$ ) y en los óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) prohibiendo las emisiones deliberadas de sustancias que afectan a la capa de ozono.

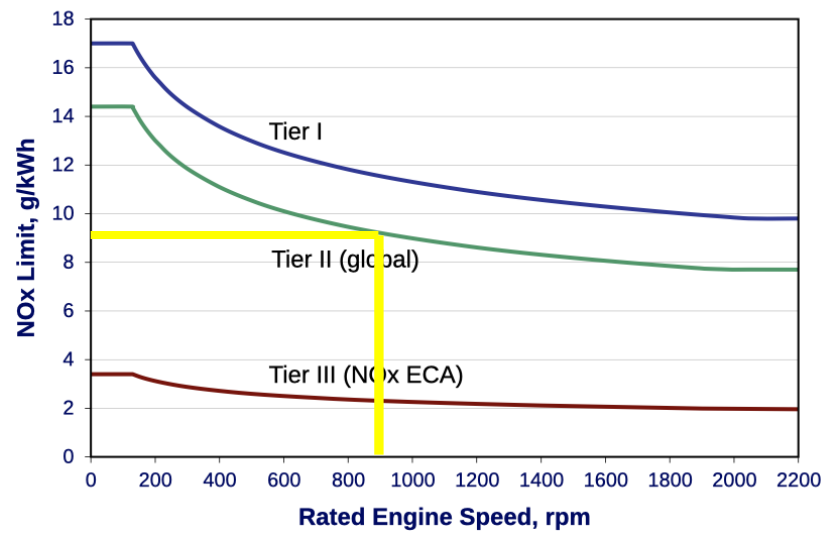
Nuestro motor, está acorde con la regulación de IMO TIER II

$130 \leq n \leq 2000$        $44 * n^{-0,23}$       donde n es el numero de revoluciones (900 rpm).

Obteniendo un resultado de 9,2 g/kWh siendo el valor máximo permitido de  $NO_x$ .

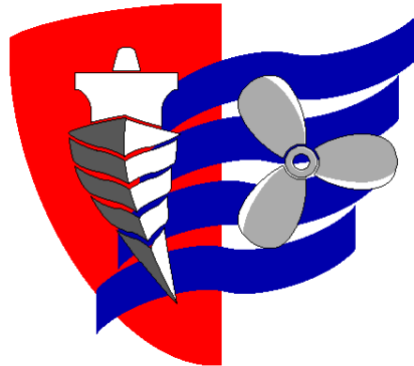
También lo podemos comprobar usando la siguiente grafica.

Nuestro motor tiene unas emisiones de 8,53 g/kWh entrando dentro del rango permitido.



GRÁFICA 2: EMISIONES LIMITE NO<sub>x</sub>  
FUENTE: IMO MARPOL ANEXO VI

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



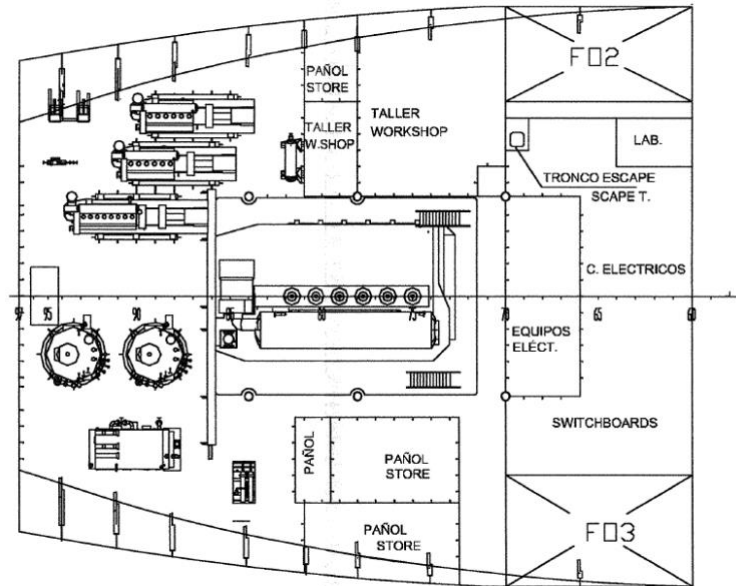
CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLANOS	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 53 DE 83



## PLANOS

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLANOS	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 54 DE 83

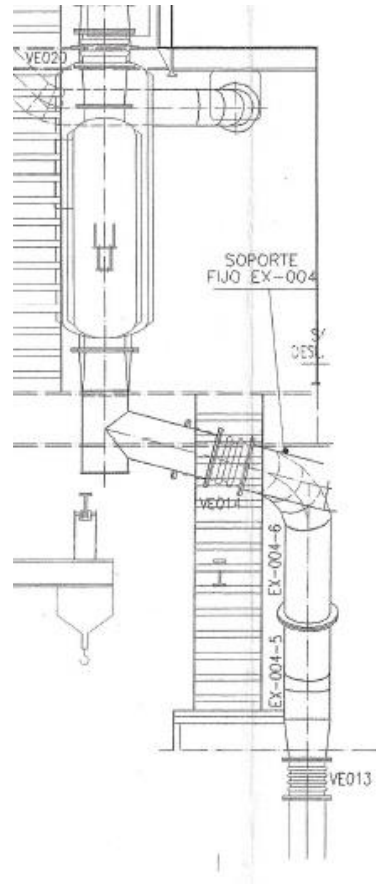
### 3. PLANOS



- REF .01 : DISPOSICIÓN GENERAL SALA DE MÁQUINAS
- REF .02 : DISPOSICIÓN EXHAUSTACIÓN TRANSVERSAL A POPA
- REF .03 : DISPOSICIÓN EXHAUSTACIÓN LONGITUDINAL A BABOR
- REF .04 : POLIN MOTOR AUXILIAR
- REF .05 : DISPOSICIÓN CONEXIONADO TUBERIAS I
- REF .06 : DISPOSICIÓN CONEXIONADO TUBERIAS II

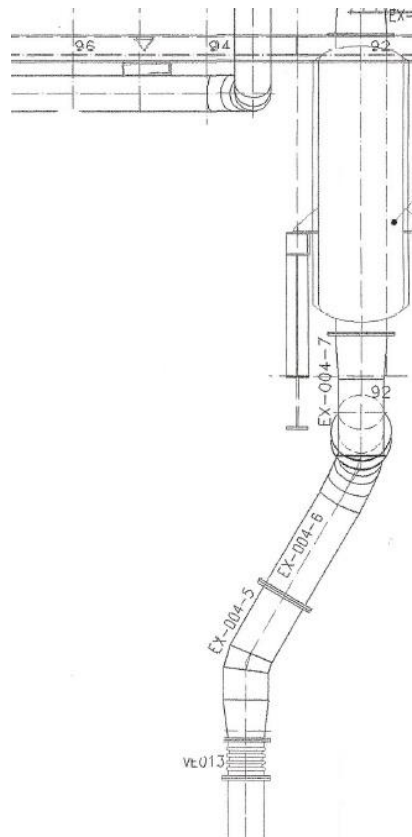




		TÍTULO de plano: DISPOSICIÓN GENERAL SALA DE MÁQUINAS			
FECHA:	JUL-20	PROPIEDAD:	ALEJANDRO GÓMEZ COSSIO	FIRMADO	
ESCALA:	S/E	PROYECTO:	SUSTITUCIÓN DE UN MOTOR AUXILIAR A UN BUQUE QUIMQUERO	PLANO Nº:	0.1

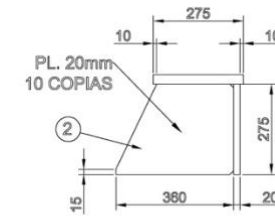
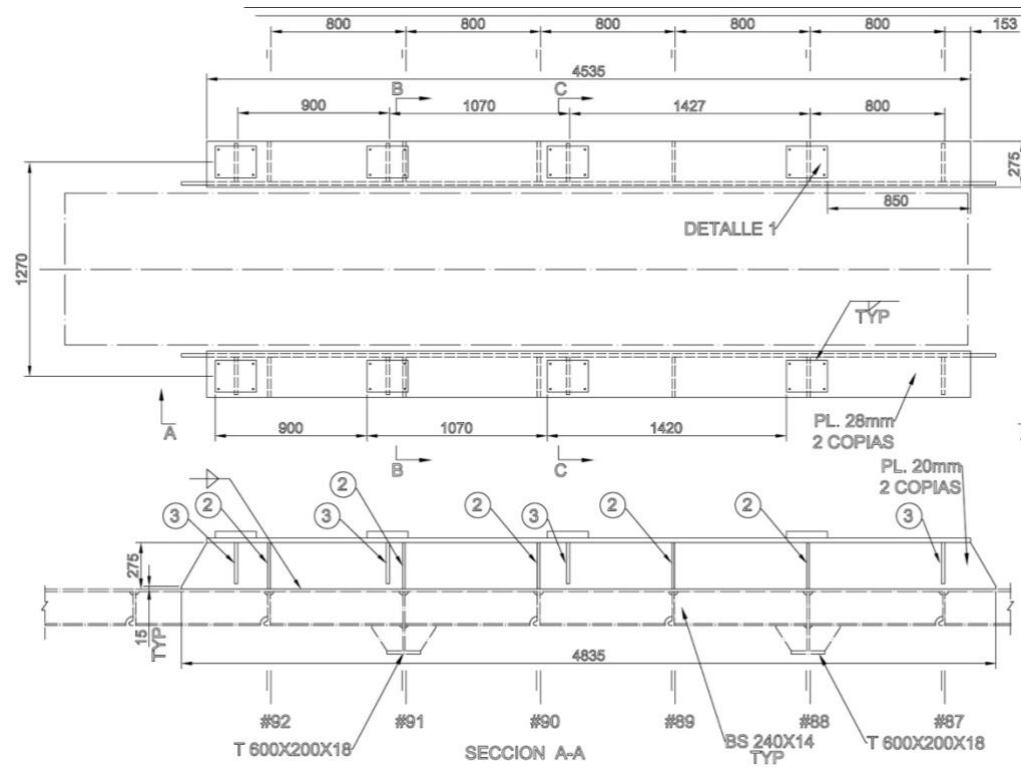




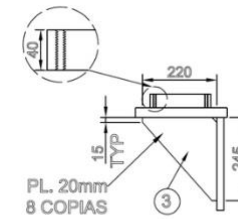
		TÍTULO de plano: DISPOSICIÓN EXHAUSTACIÓN TRANSVERSAL A POPA			
FECHA:	JUL-20	PROPIEDAD:	ALÉJANDRO GÓMEZ COSSIO	FIRMADO	
ESCALA:	S/E	PROYECTO:	SUSTITUCIÓN DE UN MOTOR AUXILIAR A UN BUQUE QUIMIQUERO	PLANO Nº:	0.2





	<b>TÍTULO de plano:</b> DISPOSICIÓN EXHAUSTACIÓN LONGITUDINAL A BABOR		
	<b>FECHA:</b> JUL-20	<b>PROPIEDAD:</b> ALEJANDRO GÓMEZ COSSIO	<b>FIRMADO:</b>
<b>ESCALA:</b> S/E	<b>PROYECTO:</b> SUSTITUCIÓN DE UN MOTOR AUXILIAR A UN BUQUE QUIMICUERO	<b>PLANO Nº:</b> 0.3	

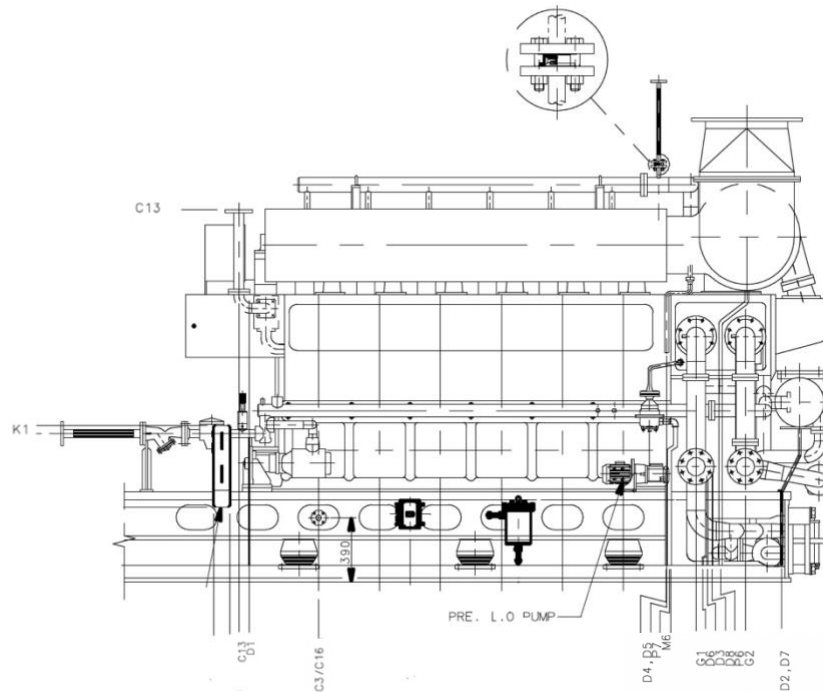


DETALLE 2  
ESCALA 1:5



DETALLE 3  
ESCALA 1:5

	TÍTULO de plano: <b>POLÍN MOTOR AUXILIAR</b>		
	FECHA:	JUL-20	FIRMADO
ESCALA:	PROYECTO: SUSTITUCIÓN DE UN MOTOR AUXILIAR A UN BUQUE QUÍMICO		PLANO Nº: <b>0.4</b>



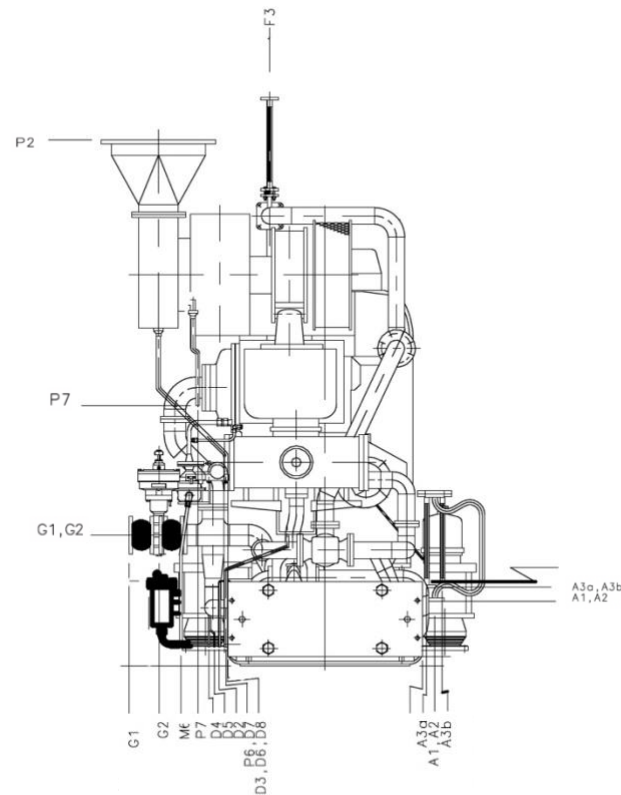
P6	T/C TRAIN	WATER	ø22
M6	CONDENSER WATER DRAIN	WATER	ø22
D8	H.T PUMP DRAIN	WATER	ø10
D7	L.O FILTER DRAIN	L.O	ø15
D6	CRANK CASE DRAIN(COUPLING SIDE)	DIRTY	ø8
D5	AIR COOLER VENT & DRAIN	WATER,AIR	ø8
D4	WATER MIST CATCHER DRAIN	WATER	ø8
D3	CRANK CASE DRAIN(FREE END SIDE)	DIRTY	ø8
D2	OIL VAPOUR DISCHARGER DRAIN	L.O	ø8
D1	COMPRESS AIR DRAIN	AIR	ø10
No	NAME	FLUID	SIZE





TÍTULO de  
plano: DISPOSICIÓN CONEXIONADO  
TUBERIAS GENERADOR I



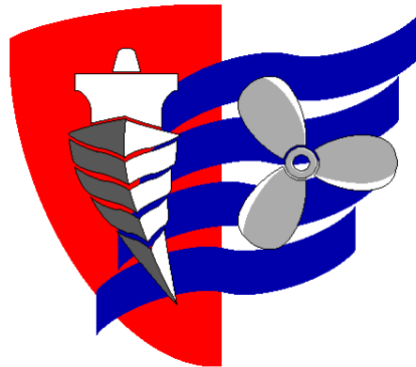
FECHA:	JUL-20	PROPIEDAD:	ALEJANDRO GÓMEZ COSSIO	FIRMADO	
ESCALA:	S/E	PROYECTO:	SUSTITUCIÓN DE UN MOTOR AUXILIAR A UN BUQUE QUIMICUERO	PLANO Nº:	0.5



CONNEC- TION	DESCRIPTION	TYPE	NOM. DIA
A1	FUEL OIL INLET	LOOP EXPANSION JOINT	DN20-PN16-DIN2501
A2	FUEL OIL OUTLET	LOOP EXPANSION JOINT	DN20-PN16-DIN2501
A3a	CLEAN LEAK OIL OUTLET	FLEXIBLE HOSE	DN15-PN10-DIN2576
A3b	WASTE OIL OUTLET	FLEXIBLE HOSE	DN15-PN10-DIN2576
C3/C16	LUB. OIL FROM SEPARATOR LUB. OIL SUPPLY	COMPENSATOR	DN25-PN10-DIN2501
C4	LUB. OIL TO SEPARATOR	COMPENSATOR	DN25-PN10-DIN2501
C12	L.T AUTO SHUT-OFF VALVE	FLEXIBLE HOSE	ø10
C13	OIL VAPOUR DISCHARGE	FLEXIBLE HOSE	DN50-PN10-DIN2576
G1	LT FRESH WATER INLET	COMPENSATOR	DN100-PN10-DIN2501
G2	LT FRESH WATER OUTLET	COMPENSATOR	DN100-PN10-DIN2501
F3	VENTING TO EXPANSION TANK	FLEXIBLE HOSE	DN15-PN10-DIN2576
K1	COMPRESSED AIR INLET	FLEXIBLE HOSE	DN40-PN40-DIN2545
P2	EXHAUST GAS OUTLET	EXPANSION JOINT	400A-5K-JIS B2211
P7	WATER WASHING INLET	QUICK COUPLING	1/2"

		<b>TÍTULO de plano:</b> DISPOSICIÓN CONEXIONADO DE TUBERIA II			
FECHA:	JUL-20	PROPIEDAD:	ALEJANDRO GÓMEZ COSSIO	FIRMADO	
ESCALA:	S/E	PROYECTO:	SUSTITUCIÓN DE UN MOTOR AUXILIAR A UN BUQUE QUIMQUERO	PLANO Nº:	0.6

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**PLIEGO DE CONDICIONES**

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 62 DE 83

## 4. PLIEGO DE CONDICIONES

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto la definición al Astillero del alcance del trabajo y la ejecución del mismo. Determina los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de la sustitución del motor auxiliar.

El Astillero cumplirá las disposiciones y reglas definidas así como la contratación de un seguro obligatorio, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

### Mandos y responsabilidades

#### Jefe de obra:

El Contratista dispondrá de un técnico cualificado a pie de obra, el cual actuará de Jefe de Obra, encargándose de controlar y organizar los trabajos objeto de contrato siendo el interlocutor válido frente a la propiedad.

#### Vigilancias:

El Contratista será el único responsable de la vigilancia de los trabajos que tenga contratados hasta su recepción provisional.

#### Limpieza:

El Contratista debe mantener el recinto de la obra libre de acumulación de materiales de desecho, desperdicios o escombros siendo recomendable su retirada de la zona de trabajo de manera adecuada en un vertedero autorizado.

Para mayor limpieza deberán dejarse los puestos de trabajos de manera limpia y ordenada.

Al finalizar la instalación deberá entregarse completamente limpia.

#### Subcontratación:

El Contratista podrá subcontratar parcialmente las obras contratadas, y responderá ante la Dirección Facultativa de Obra y la Propiedad de la labor de sus subcontratistas como si fuese labor propia.

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 63 DE 83

La propiedad podrá rechazar antes la contratación, cualquiera de las subcontratas que el subcontratista tenga previsto utilizar, teniendo este la obligación de presentar nombres alternativos.

#### 4.1.1. REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los reglamentos de seguridad y normas técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalación, tanto de ámbito internacional, como nacional u autonómico, así como todas las otras que se establezcan en la memoria descriptiva del mismo.

Se adaptarán además a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los reglamentos y normas citadas.

#### 4.1.2. MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, así como todas las relativas a la conversión de los mismos atendiendo a las particularidades de un medio hostil como es el medio marino.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Astillero que realizará las obras tendrá la obligación de ponerlo en manifiesto al Técnico Director de Obra, quien decidirá sobre el particular. Ningún caso podrá suplir la falta directamente y por decisión propia sin la autorización expresa.

#### 4.1.3. ORGANIZACIÓN

El Astillero actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades que le correspondan y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que



CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 64 DE 83

legalmente están establecidas y en general, a todo cuanto legisle en decretos u órdenes sobre el particular ante o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo el Astillero a quien le corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Astillero, sin embargo, deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes de éste en relación con datos extremos.

#### 4.1.4. EJECUCIÓN DE OBRAS

##### Comprobación del replanteo

En el plazo máximo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva al Astillero, se comprobarán en presencia del Director de Obra, de un representante del Astillero y del Armador del barco, el replanteo de las obras efectuadas antes de la licitación, extendiéndose el correspondiente Acta de Comprobación del Reglamento.

Dicho acta, refleja la conformidad del replanteo a los documentos contractuales, refiriéndose a cualquier punto, que en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del contrato. Cuando el Acta refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto valorado a los precios del contrato.

##### PROGRAMA DE TRABAJO

El Astillero presentará el programa de trabajos definidos para la instalación en un plazo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva, y la Dirección de Obra será la encargada de dar el visto bueno para el comienzo de los trabajos. Tras esto se realizarán las obras, siguiendo el orden definitivo que

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 65 DE 83

considere oportuno para la correcta realización de la misma, por parte del Director de Obra.

Cuando el programa de trabajo requiera de una modificación de tipo contractual, será redactado tanto por el Astillero como por el Director de Obra, acompañada de la modificación exigida para su correspondiente tramitación.

#### Comienzo

El Astillero está obligado a notificar la fecha de comienzo de los trabajos al Director de Obra, tanto por escrito como personalmente.

#### Plazo de ejecución

La obra se realizará en el plazo que se estipule en el contrato definido por la propiedad o en su defecto en las condiciones que se especifiquen en este pliego.

El Contratista junto con el director de obra definirán un plan de trabajos detallado que será desglosado en tareas y tiempos de ejecución, aprobado por la Propiedad.

En el caso que se modifiquen los plazos de entrega de la obra como causas de fuerza mayor, el Contratista deberá notificar a la Dirección Facultativa tal circunstancia en un plazo máximo de dos días hábiles desde el suceso (no son consideradas las causas de fuerza mayor las condiciones climatológicas adversas).

Cuando el Astillero solicite una inspección, de acuerdo con alguno de los extremos contenidos en el presente pliego de condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma, estará obligado a tener preparada dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo estipulado por el Astillero no sea normal, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 66 DE 83

#### 4.1.5. INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

El Técnico Director de Obra será el encargado de la interpretación técnica de los documentos del proyecto. El Astillero estará obligado a someter al Técnico a cualquier duda, aclaración o discrepancia que surja durante la ejecución de la obra por causa del proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto con el fin de darlo solución antes de lo posible.

El Astillero se hará responsable de cualquier error motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto. El Astillero está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra aun cuando no se halle explícitamente reflejado en el Pliego de Condiciones o en los documentos del proyecto. El Astillero notificará por escrito o persona directamente al Director de Obra y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para la inspección cada una de las partes de la obra para las que se ha indicado necesidad o conveniencia de las mismas o para aquellas que parcial o totalmente deban quedar ocultas.

De las unidades de obra que deban quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de Obra de hallarlos correctos. Si no se diese el caso, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por este.

#### 4.1.6. MODIFICACIONES

El Astillero está obligado a realizar las obras independientes del tipo de modificación realizada, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 67 DE 83

El Director de Obra está facultado para introducir las modificaciones que considere oportunas de acuerdo a su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumpla las condiciones técnicas referidas al proyecto y de modo que no varíe el importe total de la obra

#### 4.1.7. OBRA DEFECTUOSA

Cuando el Astillero detecte cualquier defecto de obra que no se ajuste a lo especificado en el Proyecto o en el Pliego de Condiciones, el Director de Obra podrá aceptarlo o rechazarlo. En el caso de que se acepte, este fijará el pecio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando el Astillero obligado a aceptar dicha valoración. En el caso de rechazarlo, se reconstruirá a expensas del Astillero la parte mal ejecutada cuantas veces sean necesarias sin que ello sea motivo de una reclamación económica o de ampliación del plaza de ejecución.

#### 4.1.8. MEDIOS AUXILIARES

El Astillero correrá con la utilización y responsabilidad de todos los medios y maquinarias auxiliares que sean necesarias para la ejecución de la obra. Durante su uso, los operarios estarán obligados a cumplir todos los Reglamentos de Seguridad e Higiene en el trabajo vigentes y a utilizar por los medios de protección adecuados para sus operarios.

En caso de una rescisión por incumplimiento del contrato por parte del Astillero, podrán ser utilizados libre y gratuitamente por la Dirección de Obra hasta la finalización de los trabajos.

En cualquier caso, todos los medios auxiliares quedan en propiedad del Astillero una vez haya finalizado la obra.

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 68 DE 83

#### 4.1.9. SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que por naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el Astillero, podrá concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra con previo conocimiento por escrito al Director de Obra. Los gastos derivados de la subcontratación correrán a cargo del Astillero.

#### 4.1.10. CONTRATO

El contrato se formalizará mediante contrato privado, pudiendo elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Concretará de manera definida la contratación de todos los materiales, transporte, mano de obra y medios auxiliares para la ejecución de la obra en el plazo de entrega definido, la estimación de costes de las obras complementarias y las susceptibles de ser modificadas.

La totalidad de los documentos del proyecto de obra serán incorporados al contrato, que será firmado por el Astillero y el propietario.

#### 4.1.11. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

##### Recepción provisional

Una vez terminadas las obras, tiene lugar la recepción provisional y para ello se realizará en ellas un detenido reconocimiento por el Director de Obra y la Propiedad en presencia del Astillero, realizando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitidas.

En caso de no ser admitidas, constará en el acta y se darán instrucciones al Astillero para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder la recepción provisional, sin suponer gasto adicional para la propiedad.

### Plazo de garantía

Contando desde la fecha de la recepción provisional o bien, el que establezca el contrato, el plazo de garantía será de un año como mínimo o bien el que establezca el contrato. Durante este periodo, queda a cargo del Astillero la conservación de las obras y arreglos de desperfectos derivados de una mala construcción o ejecución de la instalación.

### Recepción definitiva

Se realiza después de transcurrir el plazo de garantía o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional. Se cesará a partir de esa fecha la obligación del Astillero de conservar y reparar a su cargo las obras, si subsistieran las responsabilidades que pudieran derivarse de defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

## 4.1.12. RESPONSABILIDADES

La ejecución de las obras en las condiciones establecidas del proyecto y en el contrato serán responsabilidad del Astillero. Como consecuencia, vendrá obligado a la desinstalación de las partes mal ejecutadas y a su reinstalación correcta, sin que sirva de excusa que el Director de Obra haya examinado y reconocido las obras.

El Astillero será responsable de todas las contravenciones que se cometan (incluyendo su personal) durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También será responsable de accidentes o daños producidos por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados, se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Astillero es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral respecto su personal y por tanto, de los accidentes que puedan sobrevivir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 70 DE 83

#### 4.1.13. RECISIÓN DEL CONTRATO

Se considera causas suficientes para la recisión del contrato las siguientes:

1. Quiebra del Astillero.
2. Modificación del proyecto con una alteración de más de un 25% del mismo.
3. Modificación de las unidades de obra sin autorización previa
4. Suspensión de las obras ya iniciadas.
5. Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando fue de mala fe.
6. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar esta.
7. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
8. Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin autorización del Director de Obra y del Propietario.

#### 4.2. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS

##### 4.2.1. MEDICIONES ECONÓMICAS

El Astillero se encargará de verificar los planos y efectuar las mediciones correspondientes. En caso de detectar algún defecto, se reclamará al Director de Obra y este se lo comunicará a la parte interesada.

El astillero se pondrá de acuerdo con el Director de Obra y la parte interesada, volviendo a verificar las anomalías y en su caso se tomarán las medias que se consideren oportunas. Se pretende asegurar la continuidad de las obras, sin que falte material para su ejecución y evitando de esta forma posibles retrasos.

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 71 DE 83

#### 4.2.2. ABONO DE LAS OBRAS

En el contrato debe fijarse detalladamente la forma y plazos en que se abonarán las obras realizadas. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

#### 4.2.3. PRECIOS

El Astillero al formalizarse el contrato presentará la relación de los precios de las unidades de obra que integren el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto se fijará su precio entre el Director de Obra y el Astillero, antes de iniciar la obra, y se presentará al propietario para su aceptación o no.

#### 4.2.4. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si se diese la posibilidad de la determinación de algún precio contradictorio, el Director de Obra lo formulará basándose en los que han servido para la formulación del presupuesto de este proyecto, quedando el Astillero obligado, en todo caso aceptarlos.

#### 4.2.5. PENALIZACIONES POR RETRASOS

Por retrasos en los plazos de entrega de la obra, se pondrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.



CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 72 DE 83

Estas cuantías podrán, bien ser cobradas a la finalización de las obras, bien ser descontadas de la liquidación final.

#### 4.2.6. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Siempre que se rescinda el contrato por las causas anteriormente expuestas, o bien por el acuerdo de ambas partes, se abonarán al Astillero las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato, se llevará a cabo la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación, el periodo de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de la nueva adjudicación.

#### 4.2.7. FIANZA

En el contrato se establecerá la fianza que el Astillero deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de la obra realizada.

En caso de no concretar la fianza en el contrato, se adoptará como garantía una retención del 5% de los pagos.

La propiedad podrá ordenar ejecutar los trabajos de la obra a un tercero, en caso de que el Astillero se niegue a ejecutarlos en las condiciones contratadas o atender la garantía. Deberá abonar su importe con cargo a la fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la propiedad en caso de que el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Astillero en un plazo no superior a treinta días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 73 DE 83

#### 4.2.8. GASTOS DIVERSOS POR CUENTA DEL ASTILLERO

El Astillero tiene la obligación de montar y conservar por su cuenta los elementos básicos tales como agua, energía eléctrica e instalaciones para uso del personal.

Son gastos por cuenta del Astillero, la mano de obra y medios auxiliares que se requieren para la correcta ejecución de la obra.

#### 4.2.9. MEDIDAS DE SEGURIDAD

El Astillero debe cumplir con la leyes y regulaciones relativas a seguridad e higiene en el trabajo. En caso de incumplimiento, se procederá a una sanción, siguiendo las especificaciones redactadas en el contrato, donde vendrán reflejadas las distintas cuantías en función de la falta detectada.

#### 4.2.10. RESPONSABILIDAD POR DAÑOS

La propiedad tiene concertada una póliza de responsabilidad civil por daños causados accidentalmente a terceros, en el que figura el Astillero como asegurado. Este seguro garantiza la responsabilidad civil de los daños causados accidentalmente a terceros con motivo de sobras.

Queda garantizada la responsabilidad civil que pueda serle exigida al Astillero por daños físicos y materiales causados a terceros por los empleados del mismo.

Queda excluida toda prestación que deba ser objeto del seguro obligatorio de accidentes de trabajo y enfermedades provisionales de la Seguridad Social, a los cuales, en ningún caso, esta póliza podrá sustituir o complementar.

Quedan excluidas las sanciones de cualquier tipo, tanto multas, como recargos en las indemnizaciones exigidas por la legislación laboral.

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: PLIEGO DE CONDICIONES	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 74 DE 83

#### 4.2.11. DEMORAS

Al encargarse el trabajo, se fijará por ambas partes, el programa con la fecha de inicio y de terminación.

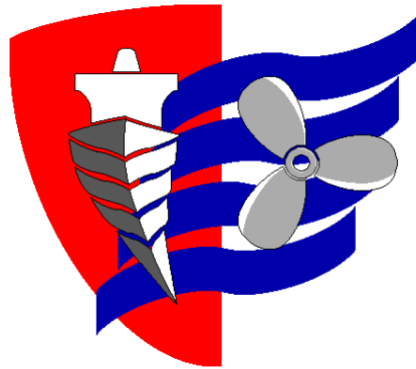
El Astillero pondrá los medios necesarios para ello, bajo la aprobación de la propiedad.

Se considerarán como demoras justificables las causadas por fuerza mayor, tales como huelgas generales, condiciones atmosféricas adversas.

En caso de que el Astillero no pueda justificar una demora, tendrá las siguientes penalizaciones:

- Por retraso en la incorporación del personal y otros medios necesarios para la finalización del trabajo: desde un 1% hasta un máximo de 5% por día de retraso
- Por retraso en la finalización de los trabajos o retrasos en los trabajos intermedios que expresamente se indiquen: desde un 1% de la facturación de estos encargos con un tope de un 5% por cada día de retraso
- Por incumplimiento en la limpieza y orden de las instalaciones: 300 € la primera vez, aumentando otros 300 € las sucesivas hasta un máximo de tres veces, a partir de la cual se procederá a restituir por la propiedad las condiciones de limpieza y orden, cargando el coste al Astillero.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



**MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: MEDICIONES Y PRESUPUESTO	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 76 DE 83

## 5. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

A continuación se va a describir el coste de materiales y equipo necesario para la realización de este proyecto. Voy a diferenciar los presupuesto por los gremios encargados del proyecto, Acero, Servicios, Ajuste y Tubería. Además adjuntaré el presupuesto de los trabajadores jefes de gremio y de ventas. Este coste es una estimación no correspondiente a la realidad.

### 5.1. PRESUPUESTO DESGLOSADO EN PARTIDAS

#### ACERO

ELEMENTO	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cáncamos	11	190	2090
Chapa lagrimada 5-7 mm 5000X3000 mm	1	2550	2550
Polin	2	3570	7140
viga carril	1	1560	1560
vigas maniobra	2	4220	8440
		<b>TOTAL</b>	<b>21780</b>

**TABLA 5: PRESUPUESTO ELEMENTOS ACERO**  
**FUENTE: PROPIA**

CONCEPTO	NUMERO TRABAJADORES	EUROS/HORA	HORAS/TRABAJADOR	TOTAL EUROS
Soldar cáncamos y retirarlos	2	20	26	1040
Montar planchas	3	20	16	960
Removido polin y repasar	1	20	16	320
Fabricación polin	2	20	32	1280
Removido viga carril	1	20	16	320
Fabricacion vigas maniobra	2	20	16	640
Abrir cesarea y repasar	2	20	18	720
Cerrar cesarea y repasar	2	20	24	960
			<b>TOTAL</b>	<b>6240</b>

**TABLA 6: PRESUPUESTO TRABAJOS ACERO**  
**FUENTE: PROPIA**

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: MEDICIONES Y PRESUPUESTO	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 77 DE 83

## SERVICIOS

ELEMENTO	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Andamiaje	4	330	1320
Diferenciales	9	145	1305
Pintura	2	250	500
Material Limpieza	1	200	200
TOTAL			3125

**TABLA 7: PRESUPUESTO ELEMENTOS SERVICIOS**  
FUENTE: PROPIA

CONCEPTO	NUMERO TRABAJADORES	EUROS/HORA	HORAS/TRABAJADOR	TOTAL EUROS
Andamiaje y colocacion diferenciales	7	17	24	2856
Operario grua	1	17	120	2040
Limpieza sentinas	2	13	8	208
Pintores	2	15	8	240
			TOTAL	5344

**TABLA 8: PRESUPUESTO TRABAJOS SERVICIOS**  
FUENTE: PROPIA

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: MEDICIONES Y PRESUPUESTO	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 78 DE 83

## AJUSTE

ELEMENTO	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Chapa 50 mm 5000x3000 mm	1	7250	7250
Chapas 18 mm 5000x3000 mm	1	5270	5270
Chockfast	2	250	500
Material electrico	1	12140	12140
		total	25160

**TABLA 9: PRESUPUESTO ELEMENTOS AJUSTE**  
**FUENTE: PROPIA**

CONCEPTO	NUMERO TRABAJADOS	EUROS/HORA	HORAS/TRABAJADOR	TOTAL EUROS
8 chapas 50 mm	1	17	14	238
8 Chapas 18 mm	1	17	14	238
Especialistas chockfast	2	25	20	1000
Electricos	3	20	160	9600
Estudio chockfast	1	25	16	400
Desmontaje Motor	2	22	20	880
Comisionning	4	25	24	2400
Técnico MAN	1	35	24	840
Alineación silentblocl	4	30	14	1680
			total	17276

**TABLA 10: PRESUPUESTO TRABAJOS AJUSTE**  
**FUENTE: PROPIA**

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: MEDICIONES Y PRESUPUESTO	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 79 DE 83

## TUBERIA

ELEMENTO	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tuberia DN20 PN16 3000mm	1	1720	1720
Tuberia DN15 PN16 3000 mm	1	1550	1550
Tuberia DN25 PN10 4000mm	1	1840	1840
Flexible Diametro 10mm 300mm	1	360	360
Flexible DN50 PN10 500mm	1	640	640
Tuberia DN100 PN10 3000mm	1	1930	1930
Tuberia DN15PN10 4000 mm	1	1630	1630
Flexible DN40 PN40 500mm	1	1200	1200
Expansión escape	1	4180	4180
Bomba LT	1	7015	7015
Tuberia Escape acero 4500 mm	1	5320	5320
Aislante escape	1	1300	1300
		Total	28685

**TABLA 11: PRESUPUESTO ELEMENTOS TUBERIA  
FUENTE: PROPIA**

CONCEPTO	NUMERO TRABAJADORES	EUROS/HORA	HORAS/TRABAJADOR	TOTAL EUROS
Removidos ventilación	2	18	27	972
Removido tubo de escape	2	18	24	864
Removido enfriadores	2	18	32	1152
Removido preheater	2	18	12	432
Removido tuberías cesarea	2	18	44	1584
Instalación tuberías nuevo generador	2	18	50	1800
Colocación tubo escape	2	18	45	1620
Bomba LT	2	18	13	468
Aisladores	2	18	12	432
			Total	9324

**TABLA 12: PRESUPUESTO TRABAJOS TUBERIA  
FUENTE: PROPIA**



CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: MEDICIONES Y PRESUPUESTO	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 80 DE 83

## JEFES DE GREMIOS

CONCEPTO	NUMERO TRABAJADORES	EUROS/HORA	HORAS/TRABAJADOR	TOTAL EUROS
Jefe de buque	2	30	150	9000
jefe gremio Acero	1	30	110	3300
Jefe gremio Tubería	1	30	120	3600
Jefe gremio Servicios	1	30	70	2100
Jefe gremio Ajuste	1	30	90	2700
Departamento ventas	2	30	50	3000
Bombero	1	25	150	3750
			Total	27450

**TABLA 13: PRESUPUESTO TRABAJADORES ASTILLERO**  
FUENTE: PROPIA

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS DE UN REMOLCADOR DE SASEMAR	REF: MEDICIONES Y PRESUPUESTO	
	FECHA: 15/06/2020	
	REV: 00	PÁG. 81 DE 83

## 5.2. BALANCE FINAL DEL PRESUPUESTO

Secciones a presupuestar:	Importe
MATERIAL	€ 78.850
MANO DE OBRA	€ 38.184
JEFES GREMIO	€ 27.450
GENERADOR MAN STX 6L23/30H	€250.150
Presupuesto de Ejecución del Material:	€ 394.634

Asciende el Presupuesto General para conocimiento del Cliente a  
TRESCIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y  
CUATRO EUROS

### **Aviso responsabilidad UC**

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Grado de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Grado así como el profesor tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo.”